

VŠB- Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Výukový model statického elektroměru  
Educational Model of Static Electrical Revenue  
Meter

## Zadání diplomové práce

Student:

**Bc. Miroslav Staník**

Studijní program:

N2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

2601T004 Měřicí a řídicí technika

Téma:

**Výukový model statického elektroměru**  
**Educational Model of Static Electrical Revenue Meter**

Zásady pro vypracování:

Statické elektroměry jsou měřiče elektrické energie pracující na elektronickém principu a nemají pohyblivé části. Statické elektroměry jsou přesnější, odolnější a zejména nabízejí možnost dálkových odečtů a možnost využití několika tarifů. Diplomová práce se zabývá vytvořením přehledného modelu moderního statického elektroměru na bázi virtuální instrumentace, včetně komunikačního modulu pracujícího dle vybraného standardizovaného komunikačního protokolu.

1. Vytipování vhodného pokročilého statického elektroměru a detailní seznámení se s jeho základními bloky a funkcemi.
2. Nastudování relevantních norem pro měření elektrické energie a systému identifikace energetických dat EDIS/OBIS.
3. Návrh a implementace modelu a komunikačního bloku v LabVIEW.
4. Návrh a implementace aplikace pro vyčítání dat a nastavení.
5. Implementace SW pro vyčtení dat pro PC.
6. Zhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:

[1] ČSN EN 62056-61 ed. 2 *Měření elektrické energie - Výměna dat pro odečet elektroměru, řízení tarifu a regulaci zátěže - Část 61: Systém identifikace objektů (OBIS)*. Praha : Český normalizační institut, 2007. 48 s. Třídící znak 356131.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Petr Bilík, Ph.D.**

Datum zadání: 16.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2014



doc. Ing. Jiří Koziolek, Ph.D.  
vedoucí katedry

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

## **Prohlášení**

*Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.*

*V Ostravě 2014*

Miroslav Staník Miroslav Staník

## **Poděkování**

*Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Petru Bilíkovi, Ph.D. za vedení, odborné konzultace a poskytnutí laboratoře pro účely testování navrženého modelu. Dále bych chtěl poděkovat panu Františku Horváthovi, z firmy SCHRACK, za poskytnutí licence k provozování softwaru pro vyčet statického elektroměru LZQ-XC.*

## **Abstrakt**

Cílem této diplomové práce je navrhnout a vytvořit model statického elektroměru pro účely výuky, včetně komunikačního modulu pracujícího dle vybraného standardizovaného komunikačního Modbus. Model bude vytvořen tak, aby co nejvěrněji napodoboval funkci skutečného elektroměru, zejména práci s naměřenými daty a způsob jejich uložení a vyčítání. Pro vytvoření modelu bude použito vývojové prostředí LabVIEW.

## **klíčová slova**

statický elektroměr, model, sazba elektřiny, tarif, LZQ-XC, Modbus, LabVIEW

## **Abstrakt**

The aim of this thesis is to design and create a model of static electricity meter for teaching purposes, including communication module working under the selected standardized Modbus communication. The model will be designed to make the most closely mimicked the actual meter, especially working with the measured data and the method of storing and reading. To create the model will be used LabVIEW.

## **Key words**

static electricity meter, model, electricity rate, tariff LZQ-XC, Modbus, LabVIEW

# SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

|    |              |
|----|--------------|
| NT | Nízký Tarif  |
| VT | Vysoký Tarif |
| LP | Load Profile |

# Obsah

|   |    |
|---|----|
| 1. Úvod .....   | 1  |
| 2. Teoretický popis .....                                       | 2  |
| 2.1. Tarif a Sazba .....  | 2  |
| 2.1.1. Sazba elektřiny .....                                    | 2  |
| 2.1.2. Tarif elektřiny: .....                                   | 4  |
| 2.1.3. Statický (elektronický) elektroměr .....                 | 4  |
| 3. Analýza požadavků a reálné příklady .....                    | 5  |
| 3.1. Vzorový elektroměr .....                                   | 5  |
| 3.2. Tarifní mechanismus .....                                  | 8  |
| 3.2.1. Standardní zátěžový profil .....                         | 11 |
| 3.2.2. Hloubky ukládání zátěžového profilu .....                | 11 |
| 3.2.3. LZQJXC registry pro výčet hodnot .....                   | 12 |
| 4. Komunikace s elektroměry dle normy ČSN 62056 -21 .....       | 13 |
| 4.1. OBIS Kód .....   | 14 |
| 4.1.1. Význam indikátorů .....                                  | 15 |
| 4.2. Praktická příprava na vytvoření modelu .....               | 19 |
| 4.2.1. Combimaster 2000 .....                                   | 20 |
| 4.2.2. Combi-Tool .....   | 24 |
| 5. Popis vytvářeného modelu a vybraných vlastností modelu ..... | 28 |
| 5.1. Popis programovacího prostředí .....                       | 28 |
| 5.2. Návrh řešení .....   | 28 |
| 5.3. Výčtová aplikace .....                                     | 33 |
| 5.4. Popis hlavních modulů aplikace modelu .....                | 34 |
| 5.5. Uživatelské prostředí modelu elektroměru .....             | 46 |
| 5.6. Popis hlavních bloků výčtové aplikace .....                | 53 |
| 5.7. Uživatelské prostředí výčtové aplikace .....               | 54 |
| 6. Zhodnocení dosažených výsledků práce .....                   | 56 |

## 1. Úvod

Cílem této diplomové práce je navrhnout a vytvořit model statického elektroměru pro účely výuky, včetně komunikačního modulu pracujícího dle vybraného standardizovaného komunikačního protokolu. Tento model byl vytvořen tak, aby co nejvěrněji nápodoboval funkci skutečného elektroměru, zejména práci s naměřenými daty a způsob jejich uložení a vyčítání.

Dlouho dobu se spotřeba elektrické energie měřila za pomoci mechanických indukčních elektroměrů na Ferrarisově principu posuvného magnetického pole. Po dlouhé době jejich používání dospěly k limitu svých vlastností a další vylepšování již není možné. Pro zlepšení užitných vlastností elektroměrů se začínají používat elektroměry elektronické, také nazývané jako elektroměry statické. Jelikož pracují čistě na elektronickém principu, tudíž neobsahují žádné pohyblivé mechanické části. Což dále zlepšuje jejich spolehlivost.

První statické elektroměry se objevily před dvaceti lety, teprve až s poklesem ceny a nárůstem spolehlivosti elektronických součástí se začaly nasazovat ve větším měřítku. Jelikož se jejich cena blíží cenám mechanickým elektroměrům a začaly se objevovat u maloodběratelů. [1]

Pro vývoj statických elektroměrů byla také důležitá snaha o vývoj chytré rozvodné sítě. Jejím principem je interaktivní obousměrná komunikace mezi výrobními zdroji a spotřebiči, nebo spotřebiteli o aktuálních možnostech výroby a spotřeby energie. Taková to síť klade na elektroměr požadavky na měření a přenos dat o spotřebě, které standartní mechanické elektroměry nemohou splnit.



## **2. Teoretický popis**

Elektroměr je elektrický měřicí přístroj, který měří množství odebrané elektrické energie. Obvykle bývá instalován distributorem elektrické energie u jeho odběratelů a na jeho základě probíhá stanovení a vyúčtování spotřebované elektrické energie. Elektroměry se osazují do elektroměrových rozváděčů. Rozvaděče musí vyhovovat elektrotechnickým normám, ale také připojovacím podmínkám distribuční společnosti, na které je odběrné místo (měření) napojeno. [2]

Z hlediska odběru může být typ měření fakturační měření a zpravidla se jedná o měření dodávek elektrické energie od distribuční společnosti, nebo podružné měření - jde o měření spotřeby již za fakturačním měřením. Toto měření pak slouží například pro informaci o spotřebě jednotlivých objektů a případně následnému rozpočítání nákladů na jednotlivé objekty. Tohoto systému se využívá například v chatových nebo zahrádkářských koloniích a garážích. Náklady spojené s dodávkou elektrické energie jsou pak zatíženy pouze jednou paušální platbou za jeden fakturační elektroměr a spotřeba se rozpočítává dle podružných elektroměrů

### **2.1. Tarif a Sazba**

#### **2.1.1. Sazba elektřiny**

Sazba elektrické energie definuje profil využívání elektřiny v daném odběrném místě. Hierarchicky jsou sazby rozdělovány na domácnosti a maloodběratele a dále pak podle využití elektřiny. Sazbu určuje dodavatel elektrické energie dle cenového rozhodnutí o cenách distribuce elektřiny odběratelům ze sítí nízkého napětí Energetického regulačního úřadu (ERÚ) podle § 2c zákona č.265/1991 Sb., o působnosti orgánů České republiky v oblasti cen, ve znění pozdějších předpisů, §17 odst.4 písm. d) a odst. 9 zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích, ve znění pozdějších předpisů. Sazba je určována na základě hodnot hlavního jističe před elektroměrem a způsobu využití elektrické energie. [3]

Jednotlivé sazby se od sebe liší výškou poplatku za elektrickou energii v době nízkého a vysokého tarifu. Dále pak garantovanou délkou trvání nízkého tarifu během dne.

Dodavatel přizná spotřebiteli nárok na požadovanou sazbu v případě, kdy prokáže splnění nutných podmínek pro přiznání sazby. Mezi podmínky patří využití elektrické energie pro přímotopná zařízení, zařízení pro akumulární ohřev užitkové vody, nebo provozování tepelného čerpadla. Zároveň součtový instalovaný příkon akumulárních, nebo přímotopných elektrických spotřebičů musí činit nejméně 55 % příkonu odpovídajícího hodnotě hlavního jističe před elektroměrem v odběrném místě. V případě kdy spotřebitel není schopen prokázat splnění podmínek nutných k udělení požadované sazby. Je spotřebiteli automaticky přiděleny sazba D01. [4]

V České Republice jsou tři velcí distributoři elektrické energie: ČEZ Distribuce, PRE Distribuce, E.ON Distribuce, kteří obstarávají distribuci elektřiny a přepínání nízkého resp. vysokého tarifu. Podmínky pro přiznání jednotlivých distribučních sazeb stanovuje cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 9/2009.

Sazba elektřiny může být buď jednotarifová, nebo dvoutarifová. V prvním případě (sazby D01d a D02d) je platná stejná cena za elektřinu po celý den. Ve druhém případě se cena elektřiny během dne mění v závislosti, zda je energie odebírána v rámci vysokého (VT) nebo nízkého (NT) tarifu. Platí, že při dodávce ve vysokém tarifu je elektřina dražší, zatímco v nízkém tarifu je levnější. Dobu platnosti nízkého tarifu stanovuje distributor elektřiny, přičemž vychází z podmínek stanovených cenovým rozhodnutím Energetického regulačního úřadu. [5]

#### 1. Jednotarifové sazby

- D01d – pro svícení a provoz spotřebičů, domácnost s nízkou spotřebou
- D02d – pro svícení a provoz spotřebičů, domácnost s vyšší spotřebou

#### 2. Dvoutarifové sazby

- D25d – pro akumulární ohřev vody (bojler), domácnost s nižší spotřebou, nízký tarif 8 hodin denně
- D26d – pro akumulární ohřev vody a/nebo akumulární vytápění, domácnost s vyšší spotřebou, nízký tarif 8 hodin denně
- D35d – pro tzv. hybridní elektrické vytápění (pomocí akumulárního vytápění a přímotopu), nízký tarif 16 hodin denně
- D45d – pro vytápění přímotopy, nízký tarif 20 hodin denně
- D55d – pro vytápění tepelným čerpadlem instalovaným do 31. 3. 2005, nízký tarif 22 hodin denně
- D56d – pro vytápění tepelným čerpadlem instalovaným od 1. 4. 2005 dále, nízký tarif 22 hodin denně
- D61d – pro chaty a chalupy, nízký tarif od pátku 12:00 do neděle 22:00

Název sazby obvykle koresponduje se způsobem využívání elektřiny v dané sazbě. Například sazbu D02d najdete u většiny dodavatelů pod názvem Standard či Klasik, D26d se často označuje jako Akumulace nebo Aku, D45d jako Přímotop, D56d jako Tepelné čerpadlo apod. Elektroměr by měl mít nejen možnost měnit tarif ale také možnost natavovat sazbu, pro zajištění víceúčelovosti.

### 2.1.2. Tarif elektřiny:

Tarif elektřiny je konkrétní nabídka v rámci dané sazby. Dodavatelé mohou nabízet v rámci jedné sazby více různých tarifů. Jednotlivé tarify se od sebe liší cenou za silovou elektřinu, kterou si dodavatelé stanovují sami, nebo výší měsíčních poplatků. Popřípadě mohou v daném tarifu nabízet speciální bonus či garanci ceny elektřiny na pevně dané časové období. [6]

Pro měření a účtování distribuovaného množství elektřiny (MWh) se rozlišují tato tarifní časová pásma:

- pásmo platnosti nízkého tarifu – distributorem stanovené časové pásmo o minimální délce uvedené v podmínkách příslušné sazby. V době platnosti nízkého tarifu je distribuce elektřiny účtována za nižší cenu. Vymezení pásma platnosti nízkého tarifu provádí distributor operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu, čímž se rozumí vymezení pásma platnosti nízkého tarifu, které distributor může kdykoliv měnit. Distributor musí dodržet celkovou dobu platnosti nízkého tarifu a podmínky příslušné sazby.
- pásmo platnosti vysokého tarifu – platí v době mimo pásmo platnosti nízkého tarifu. V době platnosti vysokého tarifu je distribuce elektřiny účtována za vyšší cenu.

### 2.1.3. Statický (elektronický) elektroměr

Moderní typ elektroměru bez pohyblivých částí. Naměřená data jsou číslicově zpracovávána mikro-kontrolérem. Statické elektroměry mají celou řadu výhod oproti svým předchůdcům. Zejména vynikají svou vyšší přesností a dynamickým rozsahem, dosahují přesnosti 0,5% v dynamickém rozsahu 1:1000. Zároveň jsou konstrukčně jednodušší a z důvodu absence pohyblivých částí, nedochází k mechanickým poruchám aparátu. Také je nelze ovlivnit silným permanentním magnetem, alespoň do jisté míry.

Oproti „mechanickým“ elektroměrům také vynikají celou řadou komfortních funkcí

- Přístroje mohou bez dalších nákladů poskytovat mnohem více měřených údajů jako napětí, proud, frekvenci nebo přepínat profily.
- Měření reaktivní energie je pouze otázkou implementace vhodných výpočetních algoritmů, nevyžaduje žádný další hardware.
- Snadná implementace ukládání profilů, měření a ukládání čtvrt hodinových maxim a podobně.
- Přístroje bývají vybaveny rozhraním pro odečet počítadel energií.
- Pokud jsou přístroje vybaveny hodinami reálného času, umožňují tarifikaci dle předem nastavených časových pásem.
- Přístroje také umožňují pokročilou detekci pokusů o ovlivnění měření, případně zásahů do přístroje. [7]

### 3. Analýza požadavků a reálné příklady

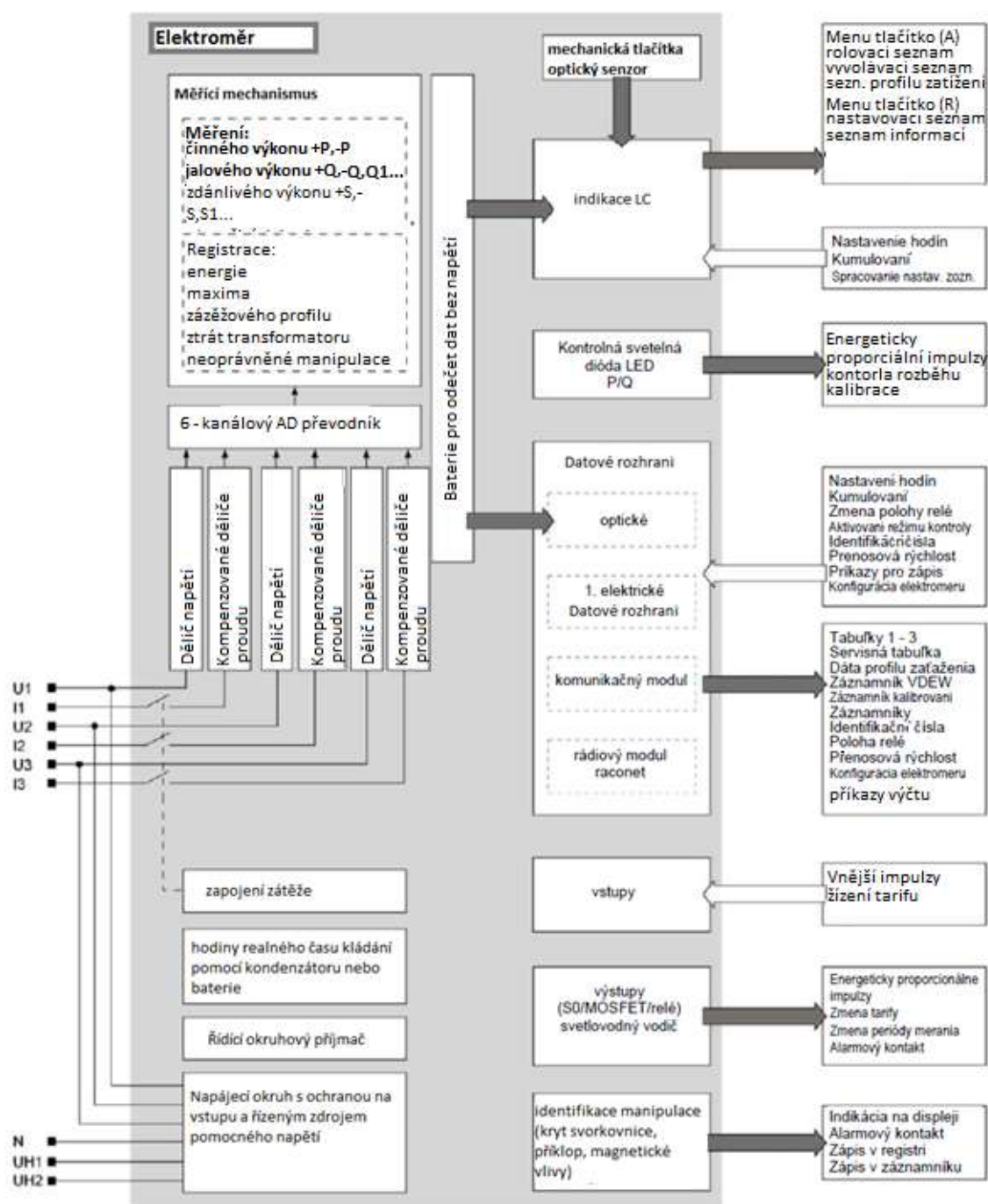
#### 3.1. Vzorový elektroměr

Jako vzorový příklad byl vybrán elektroměr z řady LZQJ. Jedná se o elektroměr od výrobce EMH prodáváný na českém trhu společností SCHRACK, jejichž konstrukce je založená na využití nejnovějších poznatků z měřicí a mikroprocesorové techniky. Jsou navrženy tak, aby splňovaly požadavky pro měření ve volném trhu s elektrickou energií.

Elektroměry kombinují měřicí výkon a všestrannou funkčnost. Sdružují úkoly měření energie, měření okamžitých veličin (napětí, proudy, frekvence, účinníky), registraci tarifních registrů, zaznamenávání profilů zátěže a monitorování maxim výkonu do jednoho kompaktního celku a splňují požadavky norem ČSN EN pro elektroměry třídy až 0,5 pro činnou energii a třídy 1 pro jalovou energii.



*Obr.: 3.E3.1 elektroměr LZQ-XC*



Obr.: 3.2 Schéma elektroměru LZQ-XC [8]

Data jsou v elektroměru zajištěna následujícím způsobem. Během režimu provozu jsou aktuální naměřené hodnoty uloženy v pracovní paměti (RAM). Po uplynutí každých 24 hodin, stejně jako i při každém výpadku napájecího napětí se tato data přenášejí do trvalé paměti. Při delších výpadech se perioda měření přerušuje a elektroměr se zcela vypne. Příslušná data zůstanou uloženy v trvalé paměti po dobu nejméně 10 let. Dobíjecí baterie není na zachování

dat nutná. Toto zachování dat se zajišťuje výhradně prostřednictvím vlastností paměti příslušného paměťového média (Flash).

Tarifní spínací hodiny jsou integrovány do elektroměru. Pracují na bázi hodin reálného času řízených krystalem (Real Time Clock) přičemž poskytují časové údaje (datum, den týdne, hodinový čas) v sekundovém taktu. Spínací časy se dají nakonfigurovat specificky pomocí:

- 16 sezónních tabulek
- 16 denních časů nebo externích impulsů
- 384 definic svátků pro libovolné dny týdne.

Hodnoty sezónních tabulek a tabulek svátků jsou průběrně porovnávány s hodinami reálného času. V případě shody nakonfigurovaných spínacích časů nebo spínacích intervalů s hodinami reálného času začnou účinkovat nastavené spojení a podnítí činnost spínacích funkcí. Takovou spínacími funkcí je například aktivování registrů výkonu a pracovních registrů. Pomocí tarifních hodin se dá nakonfigurovat 32 pracovních a výkonových počítacích mechanismů s maximálně 8 tarify.

Výměna dat mezi elektroměrem a čtecím zařízením (např. osobní počítač, modem, PDA apod.) se realizuje přes optické rozhraní (D0) nebo na přídatných svorkách přes elektrické rozhraní (RS-232, RS485, CL0), nebo přes komunikační modul. Proces komunikace probíhá podle normy 13 [9].

V elektroměru jsou uloženy různé konfigurovatelné veličiny, které jsou potřebné pro funkci elektroměru. Ty se dělí na:

- Nastavitelné veličiny
- Parametrizovatelné veličiny

K nastavitelným veličinám patří hodnoty jako intenzita kontrastu a podsvícení displeje, nebo perioda střídání hodnot zobrazených na displeji. Jejich změna neovlivňuje chod elektroměru ve smyslu přesnosti, nebo funkce. Jejich vliv je pouze estetický.

K parametrizovatelným veličinám patří veličiny, které určují vlastnosti elektroměru. Tyto parametrizovatelné veličiny se dají měnit pomocí optického rozhraní, případně přes některé z elektrických rozhraní. Při nastavení je nutné stlačit parametrizační tlačítko, které se nachází pod krytem elektroměru. Při otevření krytu dojde k porušení plomb, a tím je zrušeno cejchování elektroměru. Nastavení parametřovatelných veličin může provádět pověřená odborná osoba. Před uvedením do provozu musí být elektroměr znovu ocejchován a případně z kalibrován.

### 3.2. Tarifní mechanismus

Tarifní mechanismus vypočítává na základě digitalizovaných měřených hodnot přijatou nebo dodanou elektrickou práci, jakož i elektrický výkon a přiřazuje je k příslušným pracovním nebo výkonovým registrům.

$$\text{nová hodnota reg.} = \text{hodnota reg}_{t-1} + \text{naměřená hodnota}$$

#### Pracovní a výkonové tarify

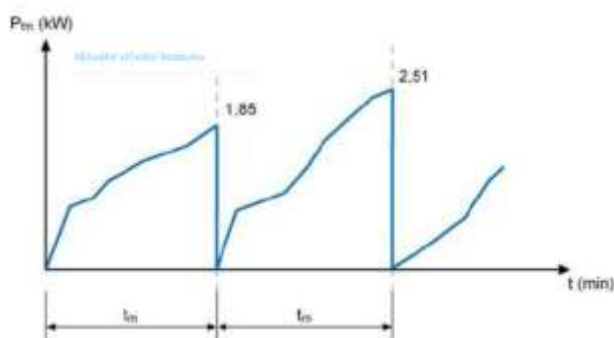
Elektroměr LZQJ-XC lze pro účel výpočtu elektrické práce a výkonu nakonfigurovat vždy až 32 měřicích / počítacích mechanismů. Každý takový mechanismus má k dispozici 15 pamětí předřazených (předběžných) hodnot, ve kterých jsou uloženy naměřené hodnoty a časové záznamy (razítka) za 15 posledních period zpětného nastavování. Přiřazování veličin měření se konfiguruje ve společnosti EMH s přihlédnutím k specifikaci zákazníka

#### Vytvoření průměrných hodnot

Elektroměr má k dispozici dvou metod výpočtu průměrných hodnot. Metodu skokové periody měření a metodu klouzavého průměru.

#### Metoda skokové periody měření

Hodnota středního výkonu se určí, jako integrál hodnoty energie odebrané za měřenou periodu, podělený délkou měřicí periody. Nová hodnota je dostupná vždy na konci měřicí periody.



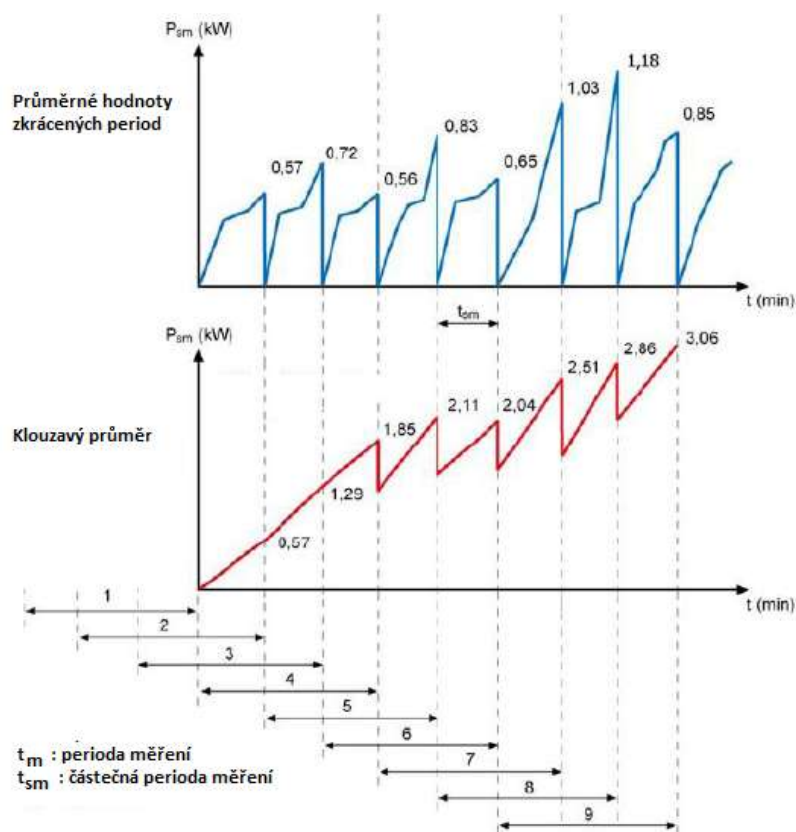
Obr.: 3.3 Průběh průměrné hodnoty za pomoci skokové periody měření

#### Metoda klouzavé periody měření

Při použití této metody je celková periody měření rozdělena na kratší periody měření. Na konci každé zkrácené periody je hodnota integrované energie podělena délkou celkové periody měření a je uložena do kruhové paměti. Hodnoty v paměti jsou sečteny pro vytvoření hodnoty průměru. První platná hodnota je získána po uplynutí celé měřicí periody. Po uplynutí první měřicí periody je nová průměrná hodnota dostupná každou zkrácenou periodu.

Jeli použito tři zkrácených period na jednu periodu měření, vypadá výpočet dle následujícího vypočtu. Ve vypočtu je prováděn výpočet průměrného výkonu z dílčích výkonů za zkrácené periody měření. Výpočet je doplněn obrázkem.

1. Měřicí perioda ( 0+0+0)= 0kW
2. Měřicí perioda ( 0,57+0+0)= 0,57kW
3. Měřicí perioda ( 0,72+0,52+0)= 1,29kW
4. Měřicí perioda ( 0,56+0,72+0,57)= 1,85kW
5. Měřicí perioda ( 0,83+0,53+0,72)= 2,11kW
6. Měřicí perioda ( 0,66+0,83+0,56)= 2,04kW
7. Měřicí perioda ( 1,03+0,65+0,83)= 2,51kW
8. Měřicí perioda ( 1,18+1,03+0,65)= 2,86kW
9. Měřicí perioda ( 0,85+1,18+1,03)= 3,06kW



Obr.: 3.4 Zobrazení průběhu průměru za pomoci klouzavé měřicí periody



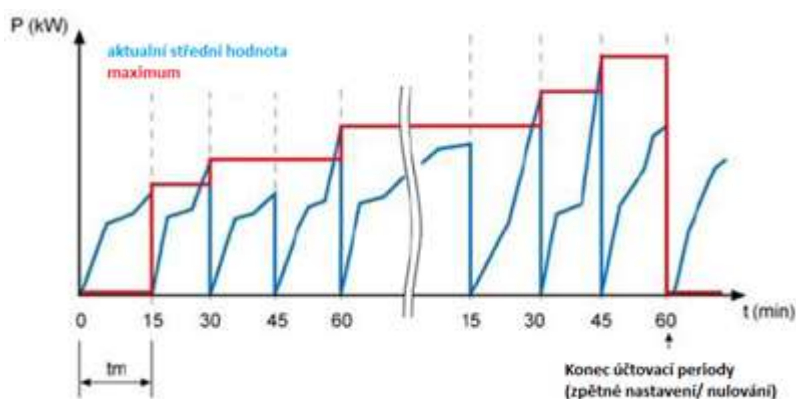
## Záznam maxima

Možností vytvoření maxima je měření středního výkonu prostřednictvím skokové periody měření  $t_m$ . Přitom se integrál času připadající energie dělí periodou měření. Když tato aktuální střední výkonová hodnota od začátku účtovací periody překročí nejvyšší hodnotu výkonu, uloží se do paměti jako nové maximum v příslušném rejstříku spolu s příslušným časovým záznamem (razítkem) periody měření. Doba periody měření  $t_m$  je odvozena od hodin reálného času. Doba periody měření se dá nakonfigurovat na 1, 5, 10, 15, 30 nebo 60 minut. Začátek periody měření se aktivuje prostřednictvím interních hodin, nebo externím signálem.

## Klouzavá perioda měření

Další možností vytvoření maxima je měření střední hodnoty výkonu pomocí klouzavé periody měření. Přitom se může perioda měření v závislosti na její délce rozdělit na několik dílčích periody měření. Takto se vygeneruje klouzavá perioda měření, která se bude aktualizovat na konci každé dílčí periody měření. Tato střední hodnota se na konci dílčí periody měření uloží do okruhové paměti. Klouzavé maximum se pak vypočte na základě záznamů uložených do okruhové paměti.

Vytvoření klouzavého maxima začíná první dílčí periodou měření po zpětném nastavení (resetu), požaduje se kompletní perioda měření dříve, než bude k dispozici první platná hodnota. Nová platná střední (průměrná) hodnota bude k dispozici na konci každé nejbližší dílčí periody měření. Když tato aktuální střední výkonová hodnota od začátku účtovací periody překročí nejvyšší hodnotu výkonu, uloží se do paměti jako nové maximum v příslušném rejstříku spolu s příslušným časovým záznamem (razítkem) periody měření



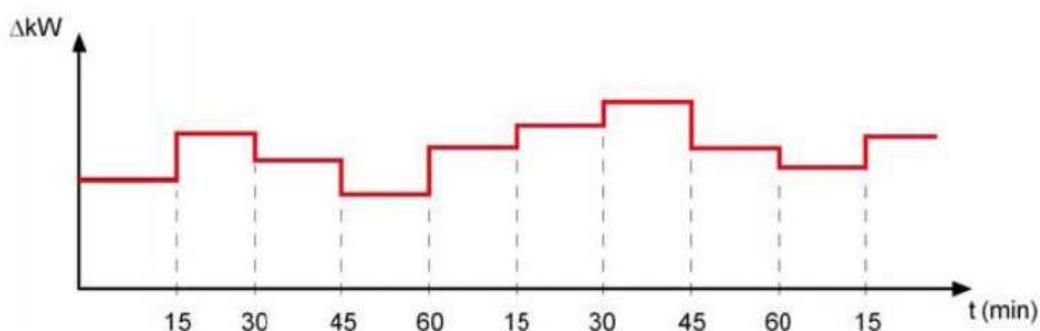
Obr.: 3.5 Diagram – vytvoření maxima při skokové periodě měření

### 3.2.1. Standardní zátěžový profil

Zátěžový profil slouží k záznamu průměrných hodnot odběru elektrické energie. Dodavatel elektrické energie je na jeho základě schopen vytvořit plán produkce energie, odpovídající aktuálním hodnotám spotřeby a nezatěžovat zbytečně rozvodnou síť. Za pomoci záznamu zátěžového profilu, lze sledovat, zda a kdy odběratel překračuje mezní hodnotu průměrného hodinového odběru. Tato hodnota je uvedena ve smlouvě o odběru elektrické energie a její překročení je trestáno peněžitě. Zátěžový profil je nejčastěji proveden jako záznam patnáctiminutové průměrné hodnoty. Ta se srovnává s tzv. patnáctiminutovým maximem, ten je odvozen od hodnoty hodinového maxima. Maximum je pak čtvrtinou hodnoty hodinového maxima.

Nejčastěji je překročení zjišťováno až samotným dodavatelem energie, po odečtení dat elektroměru. Elektroměr je nastaven pro zápis záznamu průběhu hodnoty odběru. V případě, kdy dodavatel potřebuje znát pouze hodnoty překročení smluveného maxima. Lze hodnotu Mezního patnáctiminutového průměru nastavit jako trigger záznamu. Do záznamu zátěžového profilu je pak ukládána pouze hodnota, o kterou spotřebitel překročí nastavený limit spolu s časovým razítkem. Tento způsob se však často nepoužívá.

Na konci každé periody registrace se ukládají do paměti aktuální hodnoty průměrného výkonu za měřenou periodu registrace.



Obr.: 3.6 Diagram profilu standardního zatížení

### 3.2.2. Hloubky ukládání zátěžového profilu

Při předpokladu  $T_w = 15$  minut pro ukládání jednotlivých údajů zátěžového profilu a formátu (časové razítko), (naměřené hodnoty) kW a konfiguraci profilu standardního zatížení vznikají následující maximální hloubky ukládání do paměti. Současně při konfiguraci dalších uživatelských profilu zatížení P.02 se hloubky ukládání do paměti redukuje.

Tab. 3-1 Hloubky ukládání zátěžového profilu

| Počet kanálů | Počet dní při $t_m = 15$ min. |
|--------------|-------------------------------|
| 1            | 1698                          |
| 2            | 1043                          |
| 4            | 588                           |
| 6            | 409                           |

Konfigurovatelný počet kanálů se pohybuje mezi 1 až 6 (možnost až 32), přičemž je ke každému kanálu volně přiřazena jedna měřená veličina. Profil zatížení pracuje vždy synchronně s hodinami. Nové spuštění jedné periody registrace (při  $t_m = 15$  min.) Se provádí po uplynutí každé plné čtvrt hodiny hodin reálného času, které jsou v elektroměru k dispozici, to znamená, v hh:00, hh: 15, hh: 30 a hh: 45 hodin.

### 3.2.3. LZQJXC registry pro výčet hodnot

Tyto seznamy umožňují, v závislosti na konfiguraci a přístupová oprávnění, číst přes rozhraní elektroměru příslušné měřené veličiny, momentální hodnoty a události. Jedná se o hlavní prostředek přístupu k uloženým datům. V jednotlivých tabulkách jsou uloženy data rozříděna dle využití dat. Jsou to kopie hodnot pracovních registrů, které se vytvoří před vyčtením dat z elektroměru. Pak je možné vyčítat data z elektroměru bez přerušení funkce.

První a nejpoužívanější tabulkou nazývanou T1 je tabulka účtovacích hodnot. Účelem tabulky je rychlý a uspořádaný výčet hodnot určených k vystavení faktury za spotřebovanou elektrickou energii. Tabulka obsahuje identifikační data elektroměru spolu s hlavními indikátory poruchových stavů a manipulace s přístrojem. Hlavně pak obsahuje, výčet aktuálních hodnot jednotlivých registrů energie, spotřebované během platnosti jednotlivých tarifů. Podle kterých je vypočtena platba za elektrickou energii.

Druhou důležitou tabulkou je tabulka zátěžového profilu, nazývaná jako T2. Na základě tabulky je možné určit překračování výkonových maxim. Délka záznamu je standardně nastavena na čtyřicet dní.

Třetí tabulka nazývaná jako T3 obsahuje data nastavení elektroměru a kontrolní údaje. Nastavení elektroměru se provádí změnou uložených hodnot jako je transformační faktor vstupního napětí, nebo kalibrační údaje. Kontrolní údaje jsou pak hodnoty registrů pro zápis chybových a poruchových stavů, manipulace s přístrojem, nebo ovlivňování hodnot magnetickým polem. Hlavně pak obsahuje hodnotu kumulativního registru celkové spotřeby. Tato hodnota spotřeby musí být shodná s hodnotou součtu energií spotřeby ve všech registrech tarifů v elektroměru.

Čtvrtou tabulkou nazývanou TS je servisní tabulka. Za pomoci servisní tabulky lze vyčítat okamžité hodnoty měřené elektroměrem. Za pomoci servisní tabulky se provádí údržba elektroměru a kontrola kvality elektrické energie v přípojném místě odběru.

## 4. Komunikace s elektroměry dle normy ČSN 62056 -21

Norma je určena pro místní výměnu dat při měření elektrické energie. Pro tuto výměnu dat uvádí technické prostředky a specifikace protokolů. Specifikuje trvalé a rozpojitelné připojení přenosné měřicí jednotky s použitím optických či elektrických vazebních prvků.

Definuje elektrické rozhraní pro trvalé připojení jedno a více tarifních zařízení. Vazbu mezi optočleny pro možnost odpojování zařízení. Norma dále uvádí charakteristiky přenosu (typ, rychlost, kvalitu signálu apod.) a formát, kód a zabezpečení dat. Definuje jednotlivé zprávy používané při této místní výměně dat, komunikační režimy, syntaktické diagramy a strukturu datových souborů. Protokol má pět komunikačních módů (A, B, C, D, E) a elektroměr je může i nemusí podporovat.

- V módu A, B, C je řídicí systém aktivní (Master) a elektroměr je pasivní (Slave).
- V módu E funguje řídicí systém jako klient a elektroměr funguje jako server
- V módu D je přenos dat jednosměrný a umožňuje pouze odečet

Vyčítání dat z elektroměru je realizováno za pomoci vyčtení textového řetězce formátovaného jako OBIS Kód. (viz. Kapitola 4.1 OBIS kód ) Textový řetězec se většinou skládá z mnoha řádků. Každý řádek obsahuje údaje o jedné hodnotě (někdy i více hodnotách) přístroje. [9]

|   |   |   |   |   |   |   |              |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|--------------|----|----|
| I | X | X | X | Z | \ | W | Identifikace | CR | LF |
|---|---|---|---|---|---|---|--------------|----|----|

Obr.: 4.1 Identifikační zpráva

|   |   |                 |   |    |    |
|---|---|-----------------|---|----|----|
| I | ? | Adresa zařízení | I | CR | LF |
|---|---|-----------------|---|----|----|

Obr.: 4.2 Zahájení komunikace

|     |          |   |    |    |     |     |
|-----|----------|---|----|----|-----|-----|
| STX | Blok dat | ! | CR | LF | ETX | BCC |
|-----|----------|---|----|----|-----|-----|

Obr.: 4.3 Komunikace - Datový blok

|     |
|-----|
| ACK |
|-----|

Obr.: 4.4 Potvrzení příjmu správy

Kódy pro komunikaci:

- "/" znak Start
- "!" znak Konec
- "CR" znak konce datového bloku
- "LF" konec řádku
- "ACK" znak přijetí bez chyby
- "ETX" znak konce datového řetězce
- "EOT" znak konce částečného bloku
- "STX" znak začátku datového řetězce
- "BCC" kontrolní znak bloku
- "?" vyžádání komunikace
- "X" identifikace výrobce, obsahující tři velká písmena
- "Z" identifikátor přenosové rychlosti
- "W" doplňující identifikátor

#### 4.1. OBIS Kód

OBIS kód pro protokol normy ČSN 62056-61 je číselný kód, který identifikuje příslušnou veličinu v přístroji, nebo v tabulce vyčtených hodnot. Je to textový řetězec sestavený z jednotlivých číselných identifikátorů a hodnoty, kterou udává. Kód zápisu jedné hodnoty se skládá až z šesti pod-identifikátorů skupin, označovaných písmeny A až F. Které se mohou, ale nemusí v identifikátoru vyskytovat (např. skupiny A a B často nejsou uvedeny). K tomu, aby bylo možno identifikovat, do které skupiny příslušný pod-identifikátor patří, jsou skupiny odděleny jednoznačnými oddělovacími znaky.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | - | B | : | C | . | D | . | E | * | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

*Obr.: 4.5 Struktura identifikátoru*

Za OBIS kódem je uvedená hodnota veličiny v kulatých závorkách. Spolu se značkou jednotky oddělené od hodnoty veličiny symbolem hvězdy (\*).

Výpis hodnot je vytvořen jako textový řetězec. V tomto řetězci je v každém řádku na prvním místě uveden OBIS kód veličiny následovaný hodnotou v kulatých závorkách. Obvykle je každá hodnota zapsána na samostatném řádku.

**1.8.1(283570.39\*MWh)**

příklad zápisu hodnoty pomocí OBIS kódu

#### 4.1.1. Význam indikátorů

##### Skupina A

Hodnota indikátoru vyjadřuje druh měřených veličin, jelikož OBIS kód se používá i pro neelektrické měření. OBIS kódu se využívá při elektronickém výčtu elektroměrů, vodoměrů, plynůměrů a jiných měřicích zařízení. Hodnota indikátoru A se většinou v rámci hodnot jednoho měřicího přístroje nemění a je závislá na použití přístroje. Indikátory veličin elektroměru pak vždy začínají indikátorem 1 a například hodnoty plynoměru hodnotou 6.

Tab. 4-1 Indikátory skupiny A [9]

| Skupina A          |                           |
|--------------------|---------------------------|
| Hodnota indikátoru | Význam indikátoru         |
| 0                  | abstraktní objekty        |
| 1                  | elektrické veličiny       |
| 2,3                | nepoužito                 |
| 4                  | náklady spojené s topením |
| 5                  | chlazení                  |
| 6                  | teplo                     |
| 7                  | plyn                      |
| 8                  | studená voda              |
| 9                  | teplá voda                |

##### Skupina B

Určuje tzv kanál. Zařízení s několika fyzickými kanály, které generuje vícero výsledků měření, může tyto výsledky rozdělit podle jejich přiřazení k jednotlivým kanálům.

Tab. 4-2 Indikátory skupiny B [10]

| Skupina B          |                            |
|--------------------|----------------------------|
| Hodnota indikátoru | Význam indikátoru          |
| 0                  | Neurčený kanál             |
| 1                  | Kanál 1                    |
| ...                |                            |
| 64                 | Kanál 64                   |
| 65-127             | rezervováno                |
| 128-254            | Kód specifikovaný výrobcem |
| 255                | rezervováno                |

### Skupina C

Hodnota definuje abstraktní nebo fyzické datové položky týkající se zdroje informací, např. proud, napětí, výkon, objem, teplota. Definice závislá na hodnotě skupiny A. U abstraktních údajů kód nelze použít. Celý text tabulky v ČSN62056-61

Tab. 4-3 Indikátory skupiny C [11]

| Skupina C          |                                     |
|--------------------|-------------------------------------|
| Hodnota indikátoru | Význam indikátoru                   |
| 0...89             | Kontextově specifický identifikátor |
|                    |                                     |
| 94                 | Identifikátor státu                 |
|                    |                                     |
| 96                 | Běžný servisní záznam               |
| 97                 | Běžné chybové hlášení               |
| 98                 | Běžný objekt                        |
| 127                | Neaktivní oběť                      |
| 128 ... 254        | Kód specifikovaný výrobcem          |
| ostatní            | rezervováno                         |

Tab. 4-4 Indikátory skupiny C [12]

| Skupina C          |                            |
|--------------------|----------------------------|
| Hodnota indikátoru | Význam indikátoru          |
| 1                  | Činný výkon, kladný        |
| 2                  | Jalový výkon, kladný       |
| 3                  | Činný výkon, záporný       |
| 4                  | Jalový výkon, záporný      |
| 5                  | Jalový výkon, kvadrant I   |
| 6                  | Jalový výkon, kvadrant II  |
| 7                  | Jalový výkon, kvadrant III |
| 8                  | Jalový výkon, kvadrant VI  |
| 9                  | Zdánlivý výkon, kladný     |
| 10                 | Zdánlivý výkon, záporný    |
| 11                 | Proud, jakákoli fáze       |
| 12                 | napětí, jakákoli fáze      |
| 13                 | Průměrný účinník           |
| 14                 | Frekvence rozvodné sítě    |

### Skupina D

Definuje výsledek výpočtu zadaného hodnotou A a C jednotka dle specifického algoritmu, výsledkem může být množství, spotřeba, nebo jiná fyzikální veličina. Také může být použito pro určení místa měření, většinou jsou použity telefonické předvolby zemí, kde se měří.

Tab. 4-5 Indikátory skupiny D [13]

| Skupina D          |                       |
|--------------------|-----------------------|
| Hodnota indikátoru | Význam indikátoru     |
| 1                  | Kumulativní minimum 1 |
| 2                  | Kumulativní maximum 1 |
| 3                  | Minimum 1             |
| 4                  | Okamžitý průměr 1     |
| 5                  | Minulý průměr 1       |
| 6                  | Maximum 1             |
| 7                  | Okamžitá hodnota 1    |
| 8                  | Integrální hodnota 1  |
| 9                  | Integrální hodnota 2  |
| 10                 | Integrální hodnota 3  |
| 11                 | Kumulativní minimum 2 |
| 12                 | Kumulativní maximum 2 |
| 13-127             | Nápodobně jako 1-7    |

Celý text tabulky v ČSN62056-61.

### Skupina E

Upřesňuje typ měření definovaný skupinami A až D (např. přepínání rozsahů), používá se zejména pro určení tarifu, ke kterému jsou data přiřazeny. (standart-vysoký/nízký). Rozsah E je 0... 255.

Tab. 4-6 Indikátory skupiny D [14]

| Skupina D          |                      |
|--------------------|----------------------|
| Hodnota indikátoru | Význam indikátoru    |
| 1                  | Tarif 1              |
| 2                  | Tarif 2              |
| 3                  | Tarif 3              |
| 4...255            | Tarif 4... Tarif 255 |



## Skupina F

Dále rozděluje výsledky částečně definované hodnotami skupin A až E. Typické použití je specifikace jednotlivých samostatných časových intervalů.

Tab. 4-7 Indikátory skupiny F [15]

| Skupina F          |                         |
|--------------------|-------------------------|
| Hodnota indikátoru | Význam indikátoru       |
| 1                  | Minulá hodnota          |
| 2                  | Předminulá hodnota      |
| 3                  | Před-předminulá hodnota |
| 4...255            | ....                    |

## Redukovaný OBIS Kód

V souladu se syntaxí definovanou pro režimy protokolu A až D podle ČSN 62056-21, rozsah OBIS kódu je snížen s ohledem na splnění omezení na počet bitu vyjadřující číslice a jejich ASCII reprezentaci. Všechny skupiny číslic jsou limitovány na rozsah 0...99. Příslušné hodnoty odpovídají hodnotám v předchozích kapitolách. Některé části kódu mohou být vynechány, pokud nejsou důležité pro aplikaci. Pro interpretaci zkráceného kódu je oddělovací kód vložen ke každé skupině dat.



Obr.: 4.6 Redukovaný OBIS kód

## Příklad zápisu hodnot pomocí redukovaného OBIS kódu:

F.F(00000000)

0.1.0(13-03-0706:54)

2.6.0(001.20\*kW)

1.8.1(283570.39\*MWh)

0.9.7(13-03-07)

F.F      kód registru chyb (obsah registru je 00000000, to znamená „žádná chyba“ )

0.1.0      kód pro čas posledního resetu zařízení (obsah registru je čas 13.3. 7:06:54)

2.6.0      kód pro maximální záporný činný odběr (obsah registru je 1,2 kW).

1.8.1      kód pro kladnou činnou energii v tarifu T1 (obsah registru je 283570 MWh)

0.9.7      kód pro aktuální datum (obsah registru je datum 7.3.2013)

## 4.2. Praktická příprava na vytvoření modelu

Součástí přípravy pro vytvoření modelu, byla práce se statickým elektroměrem LZQJXC, který byl při vypracování diplomové práce k dispozici. Dále byl firmou SCHRACK TECHNIK, s.r.o., poskytnut software a příslušenství pro výčet dat a programování elektroměru. Tato praktická práce významně přispěla k zlepšení přehledu o funkci elektroměru a způsobech programování.

Pro práci bylo zvoleno rozhraní pro připojení optické sondy, jako nejčastější způsob připojení a komunikace s elektroměrem při odečtech spotřebované energie. Takové to připojení přináší výhodu snadného navázání komunikace mezi elektroměrem a zařízením operátora, kterým může být velké množství zařízení jako notebook, PDA, nebo speciální zařízení pro odečet nazývané zkratkou HHU z anglického Hand Held Unit. Nevýhodou takového připojení je dosti nízká rychlost komunikace. Rychlost komunikace se pohybuje v rozmezí 300-9600 Bd a je závislá na typu optické sondy. V tomto případě byla trvale používaná rychlost 300Bd, vyšší rychlosti dostupná optická sonda nezvládala. Pokud by byla k dispozici novější sonda, bylo by možné komunikovat do rychlosti až 9600Bd.

V případě kdy je vyžadována rychlost je vhodné použít připojení přes RS 232, nebo RS 485. K zařízení se také jde připojit přes modem, nebo různé přídatné moduly. Ty jsou však vhodnější pro dálkový odečet, nebo odečet většího množství zařízení.

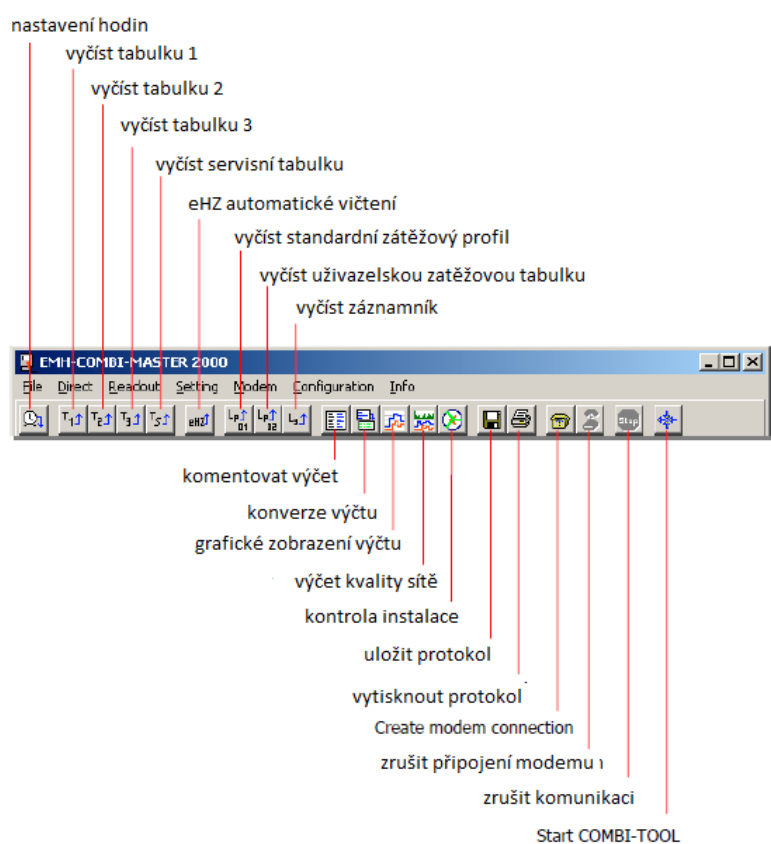
Pro komunikaci je zapotřebí nainstalovat program Combimaster 2000. Pomocí tohoto programu je možné vyčítat naměřené hodnoty a tarifní tabulky. Combimaster 2000 jako takový nenabízí možnost zasahovat do nastavení elektroměru, slouží pouze jen, jako nástroj odečtu elektroměru. Pro programování elektroměru se pak používá interní nástroj Combi-Tool, který nemusí být součástí Combimastru. Při práci byly oba programy k dispozici.

Při měření byla k elektroměru připojena stolní lampa tak, že napětí a proud bylo měřeno na všech svorkách elektroměru zároveň. Takže se chovala jako rovnoměrná třífázová zátěž. Interně byl elektroměr nastaven transformační poměr proudu  $I \cdot 20$ . Takže uložené hodnoty proudu se rovnaly 20-násobku hodnot proudu naměřeného.

### 4.2.1. Combimaster 2000

Je software od společnosti EHM. Jeho účelem je poskytovat prostředek k výčtu a programování elektroměru z řady LZQ. Výčet naměřených hodnot a programování elektroměru je možné pouze za pomoci tohoto softwaru. Jelikož pro komunikaci musí dojít k identifikaci zařízení za pomoci kódu, generovaného softwarem Combimaster 2000. Tím je zabráněno vyčítání a programování elektroměru za pomoci uživatelem vytvořených aplikací. Tak je zabráněno pokusům o podvod při vyúčtování platby za spotřebovanou energii. Algoritmus generující identifikační kód je tajný. Proto bylo použití Combimaster 2000 zcela nezbytné pro další práci.

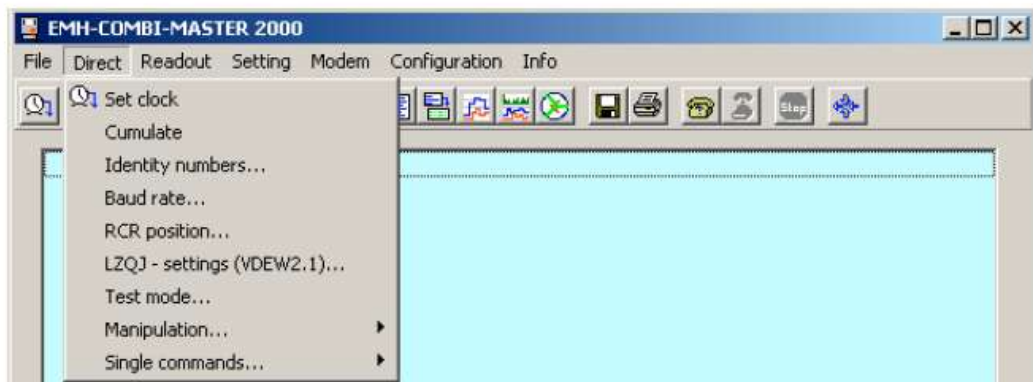
V následujícím textu je popsáno prostředí programu a základy práce Combimaster 2000.



Obr.: 4.7 Uživatelské prostředí Combimaster 2000 [16]

## Menu direct

Používá se k zasilání povelů elektroměru.



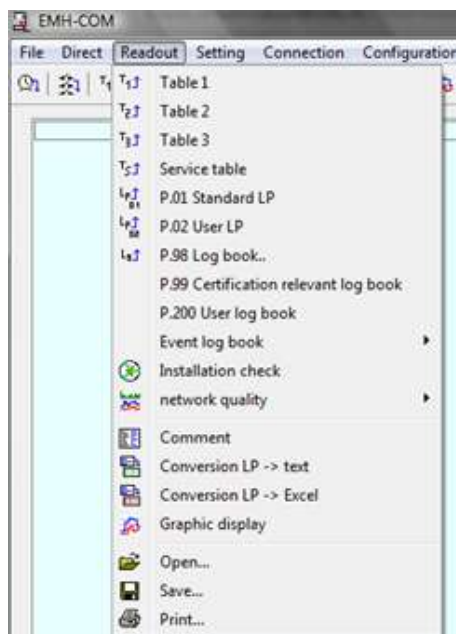
*Obr.: 4.8 Uživatelské prostředí Combimaster 2000 - Menu povelu*

## Menu pro vyčítání dat

Prostřednictvím tohoto menu se zahajuje výčet dat z elektroměru. Jedná se o hlavní schopnost Combimastru, jelikož holý program bez přidavných nástrojů je určen jen pro výčet hodnot elektroměru. Během přípravy byl proveden výčet hlavních tabulek o spotřebě dat, profilu zatížení, nastavení elektroměru a servisním stavu rozvodné sítě.

Významy hlavních tabulek pak jsou:

- Tabulka 1 výčet dat o spotřebě
- Tabulka 2 záznam profilu zatížení, standardně 40 dní. Volitelně kratší interval
- Tabulka 3 EHM interní data
- Tabulka servisních dat



*Obr.: 4.9 Uživatelské prostředí Combimaster 2000 - Menu výčet*

Na konci každého výčtu se provádí kontrola správnosti dat. Elektroměr zasílá kontrolní součet dat a ten je porovnáván s kontrolním součtem Combimasteru. Správný přenos dat je indikován po porovnání na konci přenášených dat.

### **Tabulka 1**

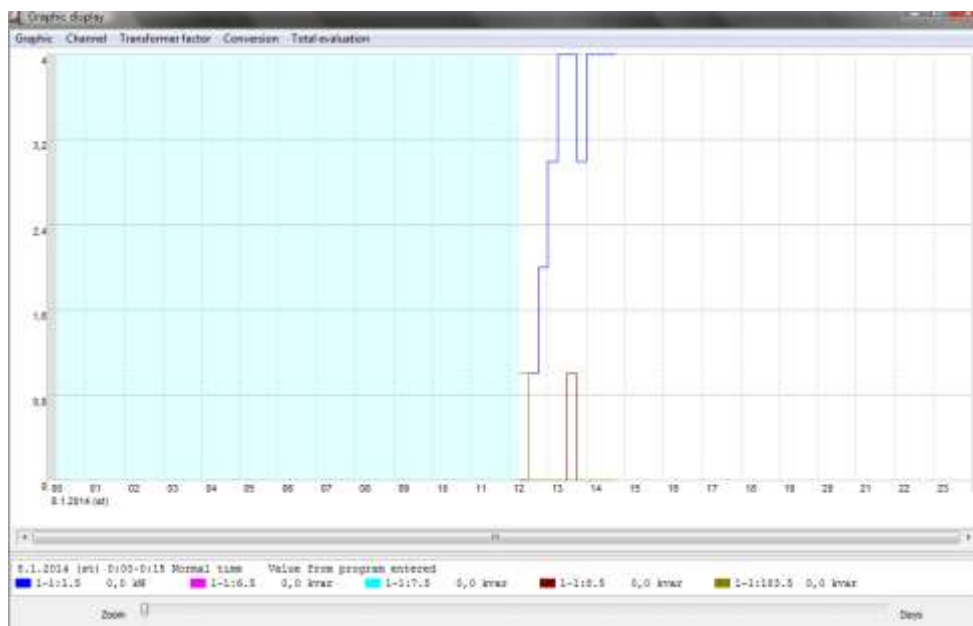
Je tabulkou dat určenou pro vyúčtování spotřebované energie. Tabulka T1 je značně Obsáhlá a její výčet obsahuje identifikační údaje elektroměru spolu s indikátory chybových stavů. Dále pak obsahuje vyčtené aktuální hodnoty registrů odebrané energie v době platnosti jednotlivých tarifů. Zápisy všech hodnot jsou formátovány jako textový řetězec ve formě OBIS kódu.

### **Tabulka 2**

Tabulka profilu zatížení, zaznamenává velikostí odběru elektrické energie. Kromě běžně vnímaného odběru množství činné elektrické energie. Je jedním z pravidel i smluvně určená maximální hodnota odebíraného výkonu za sledovaný časový úsek. Nutnost regulace odebíraného výkonu vyplývá z problematiky „energetických špiček“, které zásadním způsobem ovlivňují kvalitativní parametry dodávky elektřiny a stabilitu provozu distribuční sítě.

V průmyslových podnicích, které představují větší odběr. Je obvykle z provozních důvodů sledovaný časový úsek stanoven na 15 minut. Čtvrt hodinovým maximem se tedy rozumí hodnota průměrného čtvrt hodinového elektrického příkonu, kterou nesmí odběratel za sledovaný časový úsek překročit.

Tabulka 2 obsahuje záznam průběhu hodnot průměrné spotřeby energie. Záznam je standardně prováděn s periodou vzorkování patnáct minut. Záznamu tabulky 2 lze využít pro vytváření grafu průběhu měřených hodnot.



Obr.: 4.10 Uživatelské prostředí Combimaster 2000 - Graf průběhu spotřeby

### Tabulka 3

Shrnuje údaje o chodu elektroměru. Obsahuje hodnoty registrů zápisu chybových a poruchových stavů. Stejně jako hodnoty registrů zápisu detekce nepovolené manipulace s elektroměrem a ovlivňování měření magnetickým polem. Dále obsahuje hodnotu registru celkové spotřebované energie, která je použita v případě podezření na podvodné jednání odběratele elektrické energie.

### Servisní tabulka

Servisní tabulka se používá v případě, kdy je třeba ověřit přesnost elektroměru. Servisní tabulky lze také využít, pokud je potřeba provádět základní měření hodnot na místě odběru a běžné měřicí prostředky nejsou k dispozici.

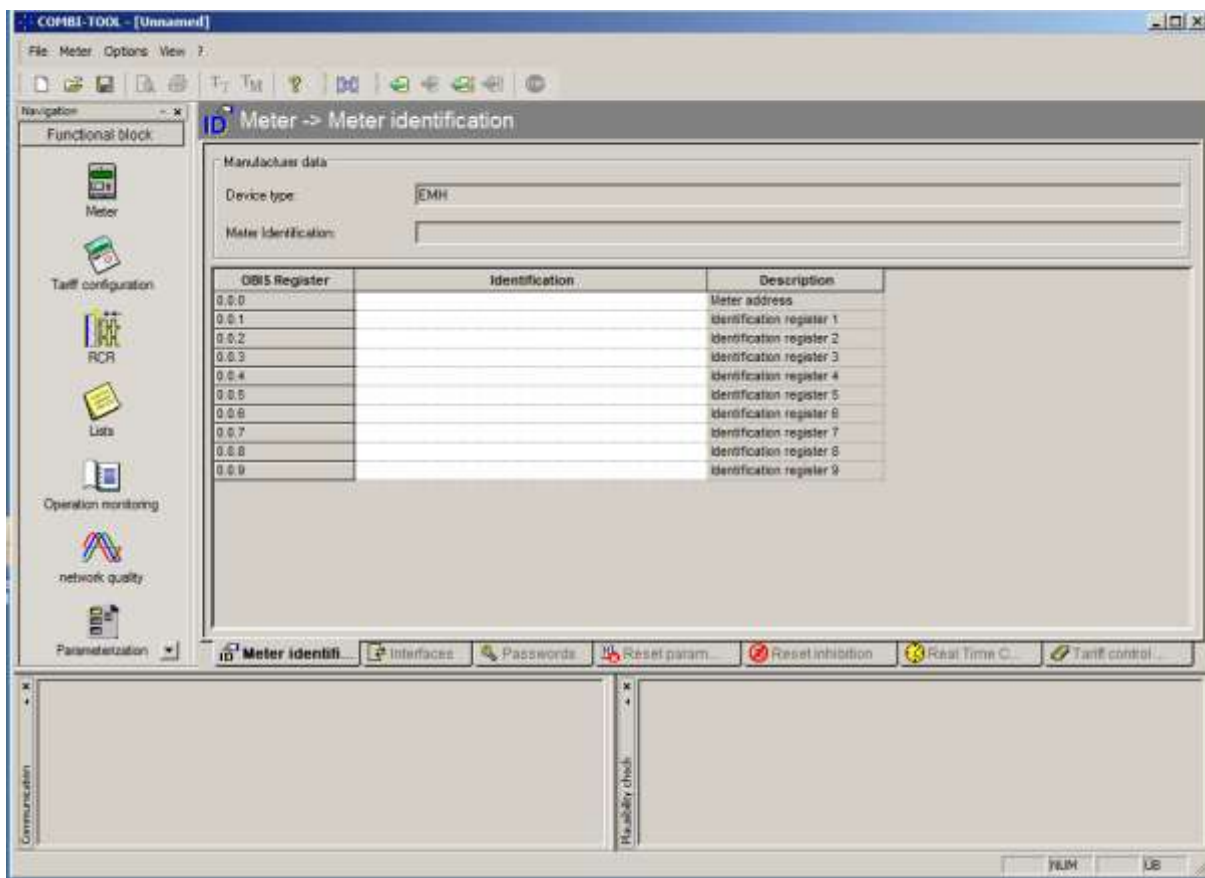
Tabulka obsahuje výpis okamžitých hodnot měřených elektroměrem, jako jsou napětí, proud, výkon, frekvence a další mnohé hodnoty.<sup>7</sup>

### 4.2.2. Combi-Tool

Je rozšiřující modul Combimaster 2000. Umožňující uživateli měnit nastavení elektroměru. S jeho pomocí lze měnit doby přepnutí tarifů a sazeb. Měnit nastavení vstupních transformačních poměrů elektroměru, tím ovlivnit hodnoty měřených veličin. Měnit hodnoty konstant výstupních impulsů pro vyčítání hodnot spotřebované energie. Stejně jako nastavovat adresu přístroje pro síťovou komunikaci. Za pomoci Combi-Tool lze měnit další řadu neuvedených parametrů, zejména pak parametry nastavení elektroměru pro účel použití jako analyzátor kvality rozvodné sítě. Tyto schopnosti elektroměru však nejsou součástí výukového modelu. Bez tohoto modulu nelze hodnoty elektroměru měnit ze shodných důvodů jako bylo uvedeno u Combimaster 2000.

#### Uživatelské rozhraní

V horní části okna programu nalezneme lištu menu a lišta symbolů rychlé volby. Na levé straně se nachází seznam konfigurovatelných bloků registru. Ve středu je pracovní plocha se nachází záložky vnitřních bloků. Ve spodní tabulce je pak výpis komunikace

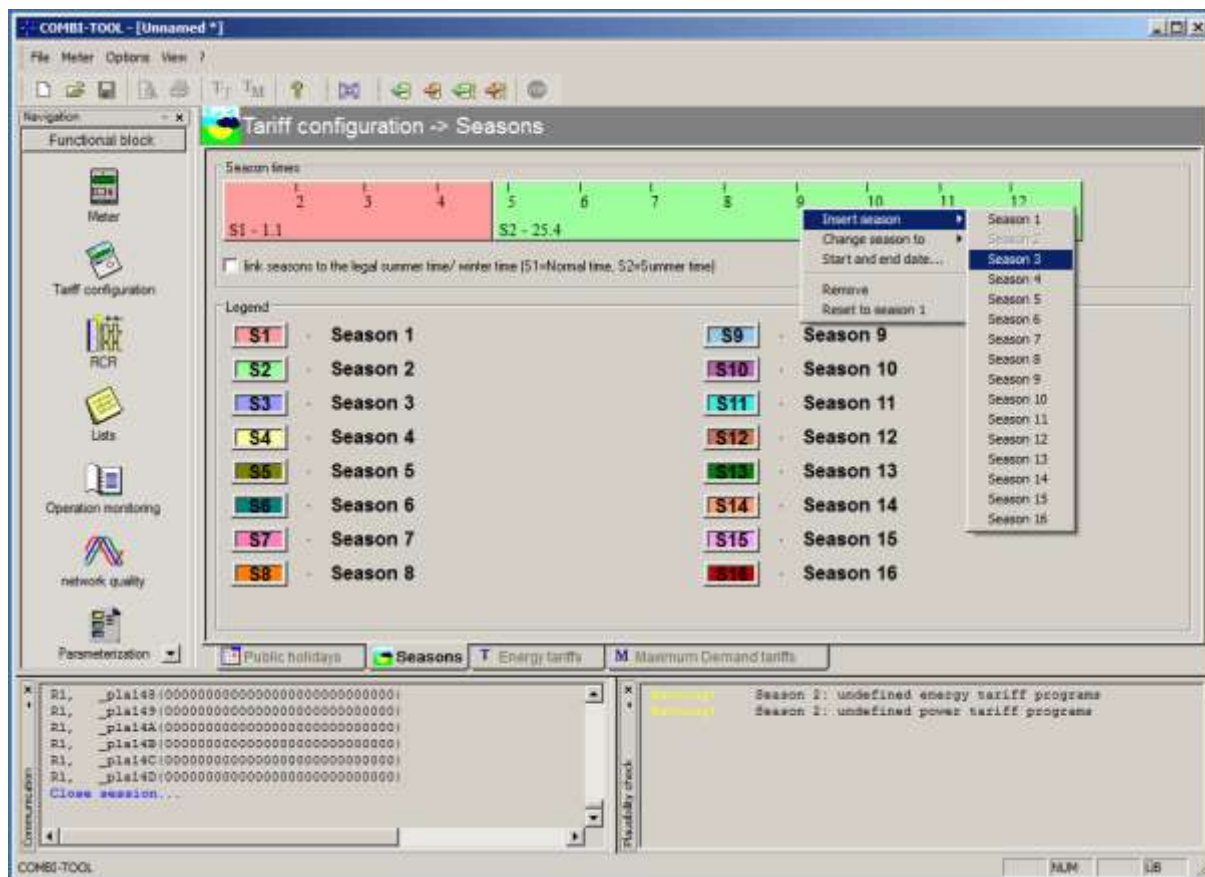


Obr.: 4.11 Uživatelské prostředí Combi-Tool

## Blok - Tariff configuration, zložka Seasons

Zde je možno vytvářet nové sazby, nebo editovat stávající. K tomu je využito grafických prostředků. Ve formě pravitka se stupnicí 1-12, reprezentující jeden rok. Celkově jde nadefinovat až 16 sazeb.

Další sazbu lze přidat zapomocí myši zhruba v prostoru odpovídající období v roce kde chceme změnit sazbu. Přesné nastavení data se provádí v kontextovém okně, které se objeví po přidání sazby.



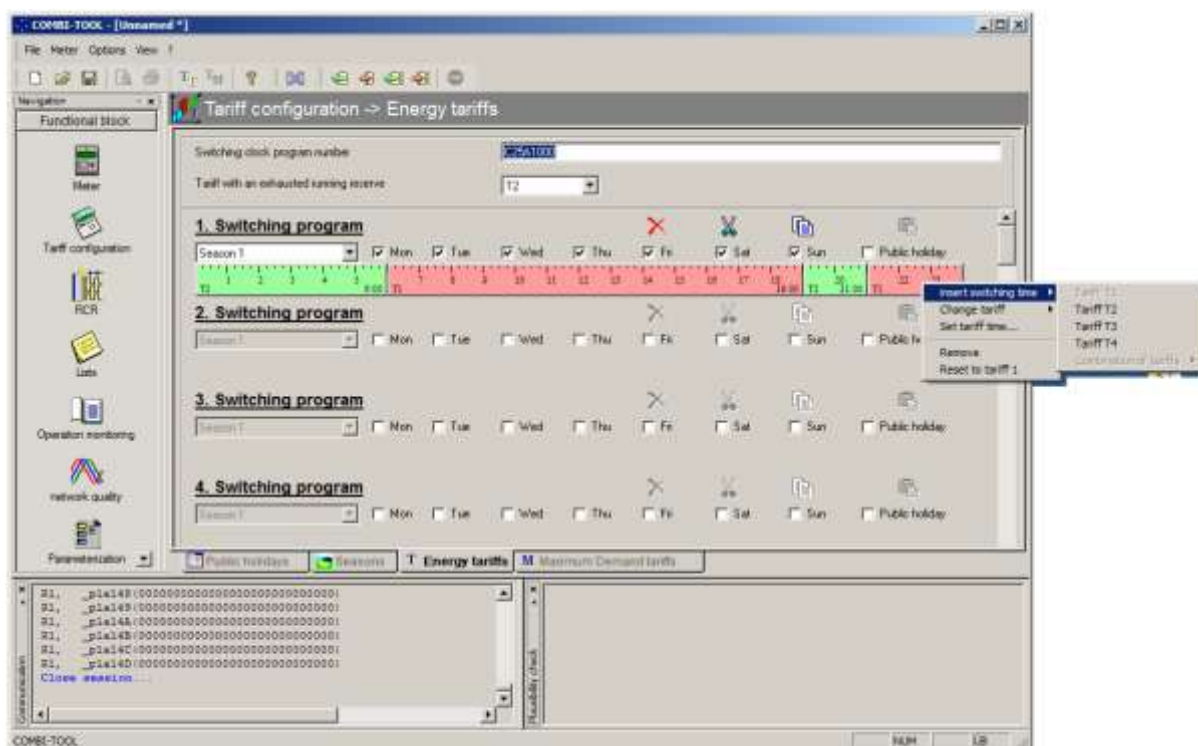
Obr.: 4.12 Combi-Tool Editor sazeb

## Blok - Tariff configuration, zložka energy tariffs

Zde je možno vytvářet nové tarify. K tomu je využito grafických prostředků. Ve formě pravitka se stupnicí 1-24, reprezentující jeden den. Celkově jde nadefinovat až 4 tarify pro jednu sazbu. Další tarif přidáme kliknutím na pravé tlačítko myši zhruba v prostoru odpovídající hodině kdy chceme změnit tarif. Přesné nastavení času se provádí v kontextovém okně které se objeví po přidání tarifu.



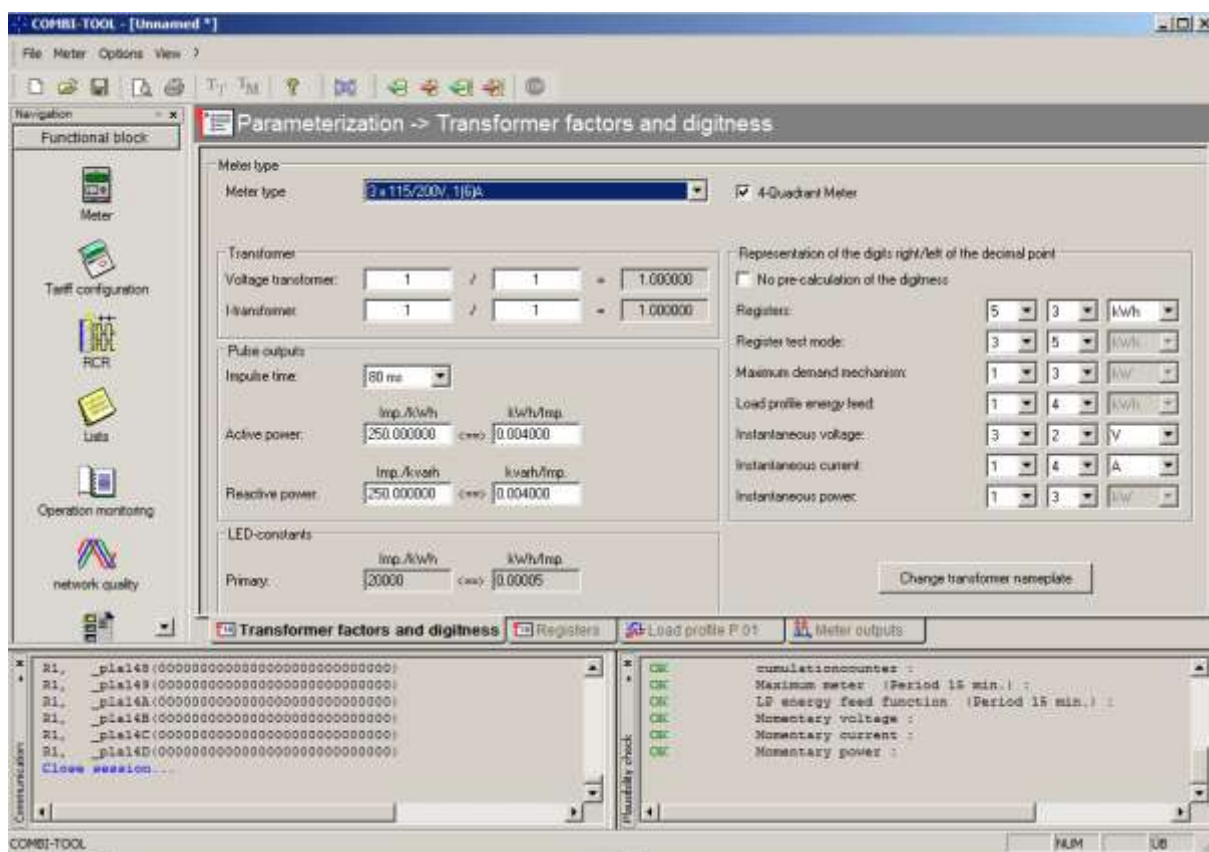
Je možné nadefinovat různé doby přepínání pro jednotlivé dny v týdnu. Provede se tak navolením dalšího switching programu pro stejnou sazbu. Pak vybereme zkratky nazvů dnu ve kterých chceme přepínací časy editovat.



Obr.: 4.13 Combi-Tool Editor tarifů

## Parametrizace

Registr nastavení převodu vstupních hodnot. Zde je možné nastavit typ měřené zátěže a typ přípojného místa k síti. Dále pak transformační faktor naměřených hodnot, stejně jako nastavení pulzního výstupu a počty pulsů odpovídající danému množství spotřebované energie.



Obr.: 4.14 Combi-Tool parametrizace měření

## **5. Popis vytvářeného modelu a vybraných vlastností modelu**

Vytvářený model simuluje chování statického elektroměru LZQJXC a programu Combimaster 2000. Hlavní důraz byl kladen na popis práce s daty a práce s jednotlivými registry určenými k organizovanému ukládání dat. Model pracuje se simulovanými daty, generovanými na základě uživatelem zadaných specifik. Model provádí výpočty výkonu, a odebrané energie. Zapisuje odebranou energii do registrů tarifů platných po dobu simulovaného odběru. Model byl vytvořen tak, aby uživatel mohl nastavovat časy přepnutí tarifu dle svého uvážení a to i za běhu aplikace. Dále byl vytvořen zátěžový profil odběru, který sleduje hodnotu překročení maximálního odběru. Model zobrazuje obsah jednotlivých registrů během výpočtu. Spolu s vysvětlujícím textem v rámci uživatelského prostředí aplikace. Dále model umožňuje vyčtení dat z registru ve formátu OBIS kódu, za pomoci komunikace přes Modbus TCP ve formě výčtových tabulek stejně jak je tomu u elektroměru LZQJXC. Součástí modelu je dále aplikace reprezentující možnosti programu CombiMaster 2000. Pomocí kterého je možné z elektroměru data vyčíst, a zobrazit. Vytvářet podle vyčtených dat grafy průběhu odběru.

### **5.1. Popis programovacího prostředí**

LabVIEW (zkratka pro Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) je designová platforma a vývojové prostředí pro grafický programovací jazyk „G“ od společnosti National Instruments. Jazyk „G“ programovací jazyk datového toku a provedení je dáno strukturou blokového schématu. Jednotlivé bloky jsou vybaveny vstupy a výstupy, které programátor spojuje za pomoci kreslení spojů (vodičů). Těmito vodiči se šíří proměnné a každý blok se může vykonat teprve pokud jsou na všech vstupech k dispozici vstupní hodnoty.

### **5.2. Návrh řešení**

Navržený model se skládal ze dvou částí. Z měřicího bloku, který simuluje základní výpočtovou část elektroměru pro výpočet spotřebované energie a ukládání spotřebované energie v registrech tarifů a tvorbu výčtových tabulek. Dále pak z komunikačního bloku zajišťujícího výčet hodnot výčtových tabulek.

#### Modul – Zdroj měřených dat (1)

Model byl vytvořen tak, aby pro jeho provoz nebylo potřeba dalších aplikací. Proto si model měřené data generuje sám v interním generátoru měřených dat. Hodnoty generovaných dat může uživatel měnit v uživatelském prostředí. Generovaná data vždy představují navzorkované hodnoty za měřicí periodu jedné sekundy a vždy jsou generovány s vzorkovací frekvencí 5kHz. Toto nastavení nelze měnit. Naměřená data jsou použita pro výpočet okamžitých hodnot.

## Modul – Výpočet okamžitých hodnot (2)

Modul vypočítává okamžité hodnoty z vzorkovaných simulovaných dat. Hodnoty jsou vypočteny každou sekundu simulovaného času. Modulem jsou vypočítané hodnoty pro všechny tři fáze. Pro každou jednotlivou fázi jsou vypočteny efektivní hodnoty napětí a proudů; činný, jalový a zdánlivý výkon; fázový posun mezi napětím a proudem a kvadrant výkonu, ve kterém se nachází okamžitá hodnota odběru.

Okamžité hodnoty jsou použity k navyšování hodnot registru, zaznamenávajícího hodnotu spotřebované energie právě platného tarifu. Dále jsou okamžité hodnoty použity pro výpočet průměrných hodnot. Okamžité hodnoty jsou zapisovány do servisní tabulky určené k výčtu okamžitých hodnot.

## Modul – Hodiny reálného času (3)

Model je stejně jako jeho předloha elektroměr LZQXC vybaven interními hodinami. Hodiny modelu jsou odvozeny od počtu cyklů simulace. Proto je možné rychlost simulace a hodin zrychlovat ve stejném poměru. Takto je zachována konzistence měřených/vypočtených dat a příslušných časových razítek těchto dat. Výstupem modulu je časové razítko formátu CET (UTC+01:00) a hodnoty o simulovaném čase a datu.

## Modul – času přepnutí tarifu (4)

Modul je databází, ve které jsou zapsány časy zapnutí jednotlivých tarifů. Hodnoty zápisu jsou buď zapsány celým zápisem přepínacího času, pro jeden definovaný přepínací čas. Nebo jsou zapsány pouze konstantní části zápisu pro periodické spínání a proměnlivé části jsou doplněny znakem vyhrazeného ignorované hodnotě.

## Modul – Výběr tarifu (5)

Na základě hodnoty simulovaného času a datu stejně jako tabulky času přepnutí tarifu je určen aktivní tarif, kterým je určen registr k navýšení o aktuální okamžitou hodnotu energie.

## Modul – Navýšení hodnot registrů (6)

Tento modul každou simulovanou sekundu vyčte hodnoty modulu registry tarifů modulu registr celkové energie, modulu výběr tarifu a modulu výpočet okamžitých hodnot. K hodnotě modulu registr celkové energie přičte hodnoty energie vyčtené z modulu výpočet okamžitých hodnot a zapíše je zpět do modulu registr celkové energie. K hodnotě modulu registry tarifů přičte hodnoty energie vyčtené z modulu výpočet okamžitých hodnot pouze v části příslušného tarifu, který byl vybrán na základě hodnoty modulu výběr tarifu. Poté, zapíše hodnoty zpět do modulu registry tarifů.

#### Modul – Výpočet průměrných hodnot (7)

Model vytváří průměrné hodnoty vypočtených veličin. A to průměr za deset sekund, průměr za jednu minutu, průměr za patnáct minut, hodinový průměr a denní průměr. Ze kterých je pro účely modelu nejdůležitějším patnáctiminutový průměr, jelikož je využíván pro tvorbu zápisu zátěžového profilu. Ostatní průměrné hodnoty jsou ponechány v modelu pro prezentaci možných úprav aplikace, pro účel modifikace při využití modelu ve výuce.

#### Modul – Zápis zátěžového profilu (8)

Tento modul ukládá každých patnáct minut simulovaného času další zápis čtvrt hodinových hodnot spolu s časovým razítkem do registru zátěžového profilu.

#### Modul – Zátěžový profil (9)

Modul je registrem hodnot zátěžového profilu. Obsahuje patnáctiminutové zápisy průměrných hodnot spotřeby energie. Modul je také vyčítán komunikačním blokem.

#### Modul – Servisní tabulka (10)

Modul je registrem hodnot servisní tabulky, hodnoty jsou přepisovány každou sekundu simulovaného času. Modul je také vyčítán komunikačním blokem.

#### Modul – Registry tarifu (11)

Modul je registrem hodnot jednotlivých tarifů, obsahuje hodnoty spotřebované a dodané energie v dobách platnosti jednotlivých tarifů. Hodnoty jsou přepisovány každou sekundu simulovaného času. Modul je také vyčítán komunikačním blokem

#### Modul – Registr celkové energie(12)

Modul je registrem hodnot celkové energie, obsahuje hodnoty spotřebované a dodané energie po dobu činnosti modelu. Účelem tohoto bloku je kontrola správnosti dat v modulu registru tarifu. Hodnoty jsou přepisovány každou sekundu simulovaného času. Modul je také vyčítán komunikačním blokem

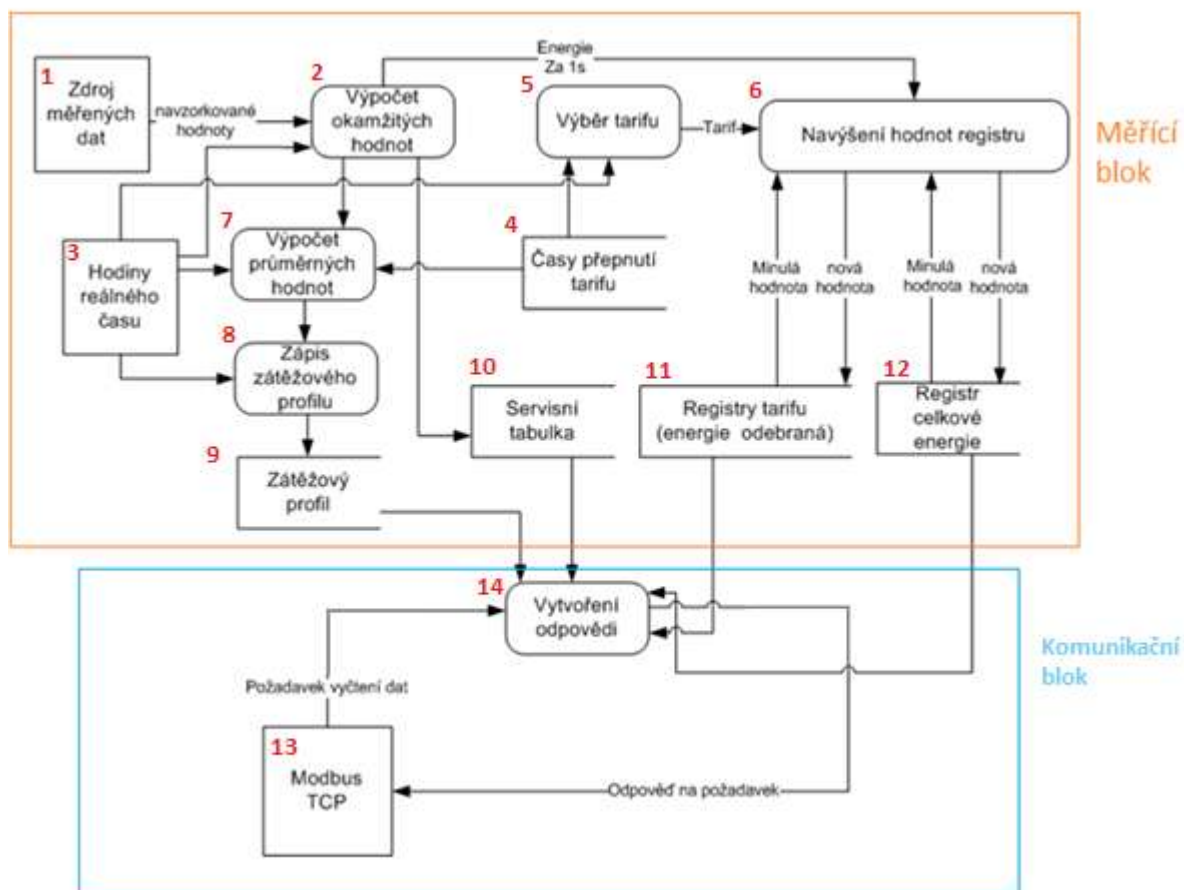
Komunikační blok je vykonáván paralelně na výpočtech elektroměru. Na začátku připraví spojení a pak periodicky vyčítá komunikační linku, pro příkazy výčtové aplikace. Při přijetí příkazu k vyčtení tabulky, připraví požadovanou tabulku a odešle ji výčtového zařízení pomocí Modbus TCPI.

### Modul – Modbus TCP (13)

Založí komunikaci a naslouchá příkazům výčtového zařízení. Při příchodu příkazu předá zprávu Modulu vytvoření odpovědi. Také odesílá odpověď výčtovému zařízení.

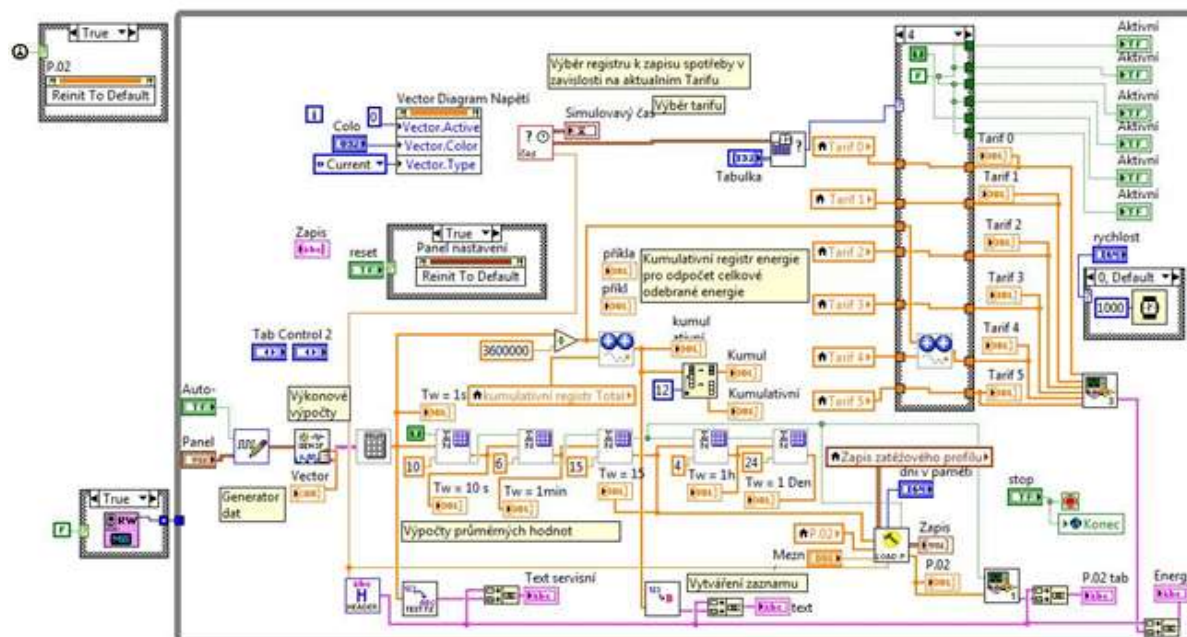
### Modul – Vytvoření odpovědi (14)

Modul každou simulovanou sekundu vyčítá moduly zátěžového profilu, servisní tabulky, registry tarifu, registr celkové energie a převádí jejich obsah na textové řetězce ve formátu OBIS kódu. Pokud dojde k přijetí požadavku na výčet tabulky, připraví odpověď obsahující hodnoty tabulky uvedené v požadavku a odešle je modulu Modbus TCP.

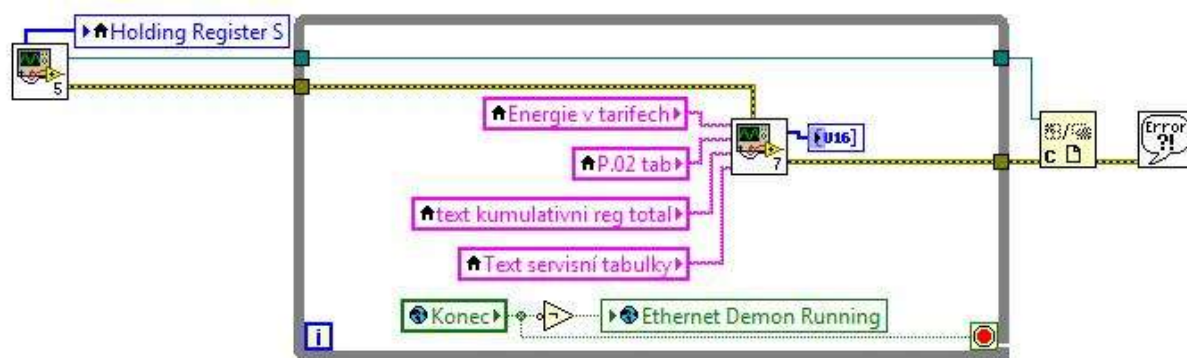


Obr.: 5.1 Blokové schéma aplikace modelu elektroměru

Za pomoci prostředků LabVIEW je vzhled blokového diagramu reprezentován následovně. Schéma je zároveň zdrojovým kódem aplikace.



Obr.: 5.2 Elektroměr - Blokové schéma



Obr.: 5.3 Komunikační blok - Blokové schéma

### 5.3. Výčtová aplikace

Výčtová aplikace slouží k výčtu dat z modelu elektroměru. Proto je zapotřebí mít po dobu provozu výčtové aplikace také spuštěný model elektroměru.

Modul – Příkaz Uživatele k vyčtení dat (1)

Za pomoci tohoto modulu je vyčten příkaz k vyčtení tabulky zadané uživatelem.

Modul – Zasílání příkazu (2)

Na základě požadavku na vyčtení tabulky vytvoří sekvenci příkazu pro vyčtení tabulky, jelikož tabulky nelze přenést pomocí jedné zprávy, je tabulka vyčtena po částech. Délky tabulek jsou předem znamy. Z délky tabulky je určen počet nutných zpráv k vyčtení dat.

Modul – Modbus TCP (3)

Připojí se na komunikační port modelu. Poté zasílá zprávy modelu a přímá odpovědi.

Modul – Vytvoření vyčtené tabulky (4)

Jelikož jsou tabulky vyčítané po částech je tento modul určen k jejich opětovnému složení. Po složení tabulky do původního stavu tabulku zašle modulu zobrazení vyčtených dat. Pokud byla vyčtena tabulka zátěžového profilu odešle ji také i modulu graf průběhu výkonu.

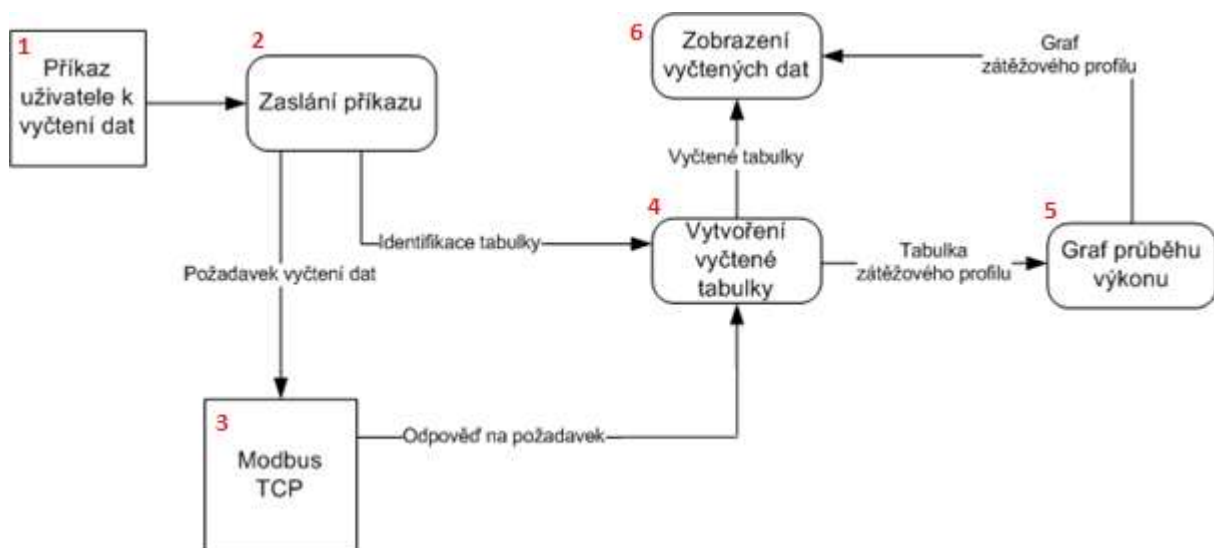
Modul – Graf průběhu výkonu (5)

Modul vyčte z tabulky zátěžového profilu hodnoty jednotlivých průběhů činné a jalové a potřeby. Spolu s časovými razítky a vytvoří graf průběhu hodnot odběru energie.

Modul – Zobrazení vyčtených dat (6)

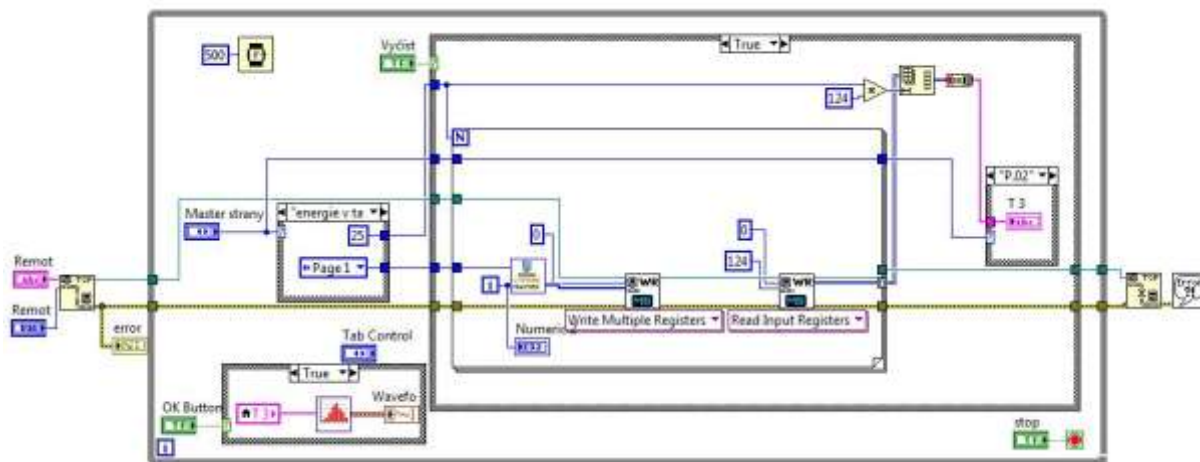
Modul je grafické prostředí prostředkující vyčtené hodnoty tabulek.





Obr.: 5.4 Schéma modelu výčtové aplikace

Za pomoci prostředků LabVIEW je vzhled schématu reprezentován následovně. Schéma je zároveň zdrojovým kódem aplikace.

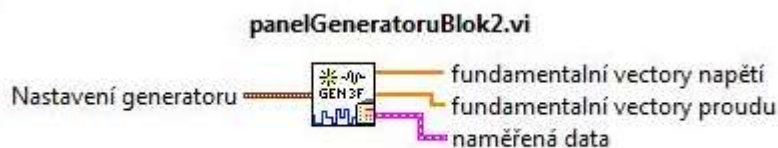


Obr.: 5.5 Schéma výčtové aplikace

## 5.4. Popis hlavních modulů aplikace modelu

V následujícím textu jsou popsány hlavní bloky aplikace modelu elektroměru. Kromě těchto vytvořených bloků byly ještě v modelu použity bloky ze základní sady bloku prostředí LabVIEW, jejichž funkce jsou triviální a nepotřebují vysvětlení.

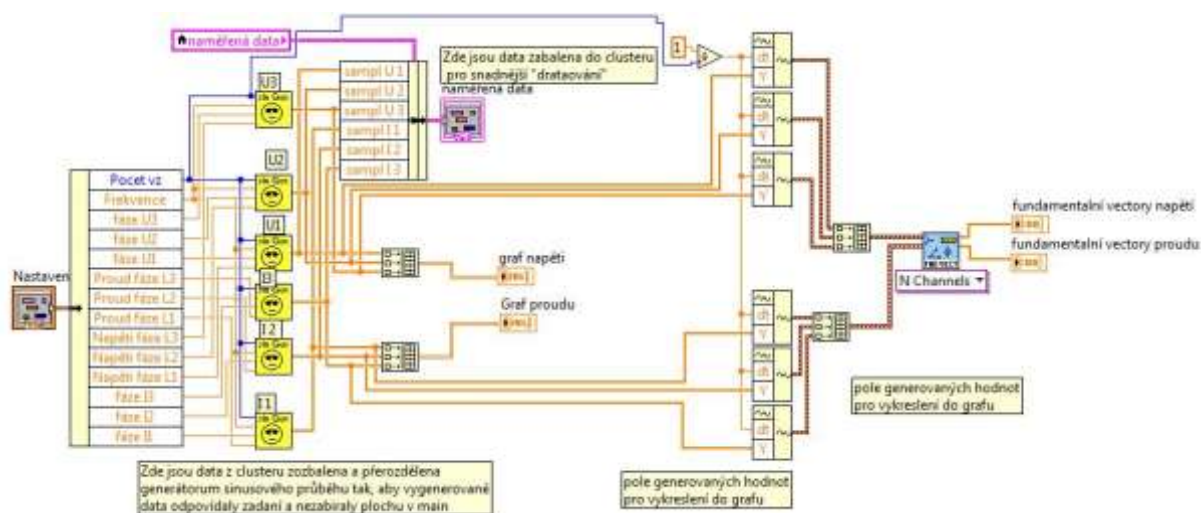
## Modul Generátoru



Obr.: 5.6 Modul Generátoru

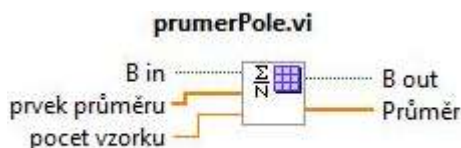
Tento blok se nachází v části programu main, ze kterého je v každé iteraci volán. Jeho účelem je roztrždit data z clusteru „nastavení generátoru“, který obsahuje uživatelem nastavené parametry generovaných sinusových průběhů. A zavolat SubVI „sinGen“, kterému předá parametry pro generování dat.

Dále přejímá výstupní hodnoty z bloků „sinGen“. Ten je volán celkem šestkrát na jedno vykonání bloku „panelGeneratoru“. Takto získaných šest polí hodnot je vloženo do clusteru „naměřená data“. Dále jsou pole generovaných hodnot spojena do dvou 2D podlů, podle příslušnosti dat k veličině. Pro vykreslení grafu funkcí v uživatelském prostředí programu. Blok v aplikaci nahrazuje měření a zlepšuje přehlednost práce s daty



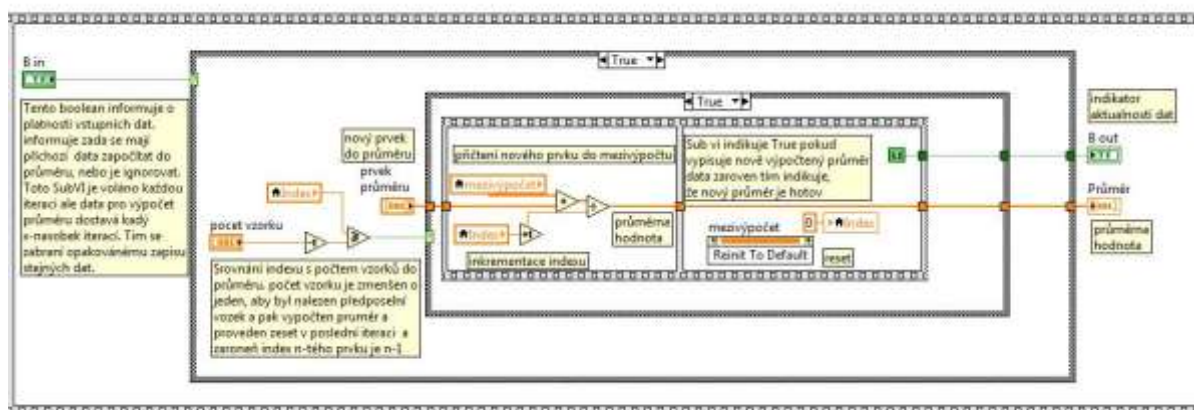
Obr.: 5.7 Modul Generátoru - Blokové schéma

## Průměr pole



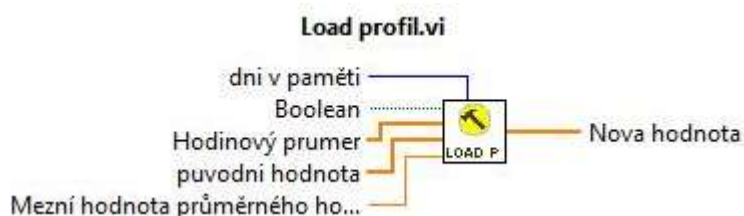
Obr.: 5.8 Modul Průměr Pole

Tento blok se nachází v části programu main, ze kterého je v každé iteraci volán. Jeho účelem je vytvářet průměrnou hodnotu ze vstupního pole. SubVI „Průměr pole“ vždy na začátku zkontroluje hodnotu vstupu „B in“ tím si ověří, že vstupní hodnoty jsou platné. Jelikož je použit pro výpočet různých průměrů. A to desetisekundový, minutový, patnáctiminutový, hodinový a denní průměr. Platnost dat je třeba ověřovat například u minutového průměru, který se počítá z šesti desetisekundových průměrů. Pokud předchodí blok vypočítá nový průměr, informuje za pomoci booleanu následující průměrový blok o vypočtení nové hodnoty. Pak je možno počítat minutový průměr z šesti hodnot každých deset sekund, a zároveň zabránit vícenásobnému zapsání stejných hodnot, jelikož si bloky pamatují předchozí hodnotu minulého průměru. Dokud není vypočtena nová hodnota. Dalším vstupem je „prvek průměru“. Pokud je hodnota „B in“ nastavena na „true“ jsou hodnoty přičteny k hodnotě pole „mezi výpočet“ uložené v tomto SubVi. Během toho je inkrementována hodnota index udávající počet prvku již vložených do pole. Posledním vstupem je „počet vzorku“ tato hodnota je srovnávána s hodnotou proměnné index, aby při příchodu poslední hodnoty určené k výpočtu průměru, došlo k přepnutí case. Tím byl přidán poslední prvek a vypočítán průměr. Nová hodnota průměru je zapsána na výstup. Proměnné „index“ a „mezi výpočet“ jsou resetovány. Hodnota výstupu „B out“ je nastavena na true, pro indikaci nové platné hodnoty průměru. Hodnota výstupu průměr se mění, kdykoli je vypočten nový průměr, v jiných případech je hodnota rovna poslednímu vypočtenému průměru. Hodnota výstupu „B out“ je hodnota true, kdykoli je vypočten nový průměr, v jiných případech je hodnota rovna false.



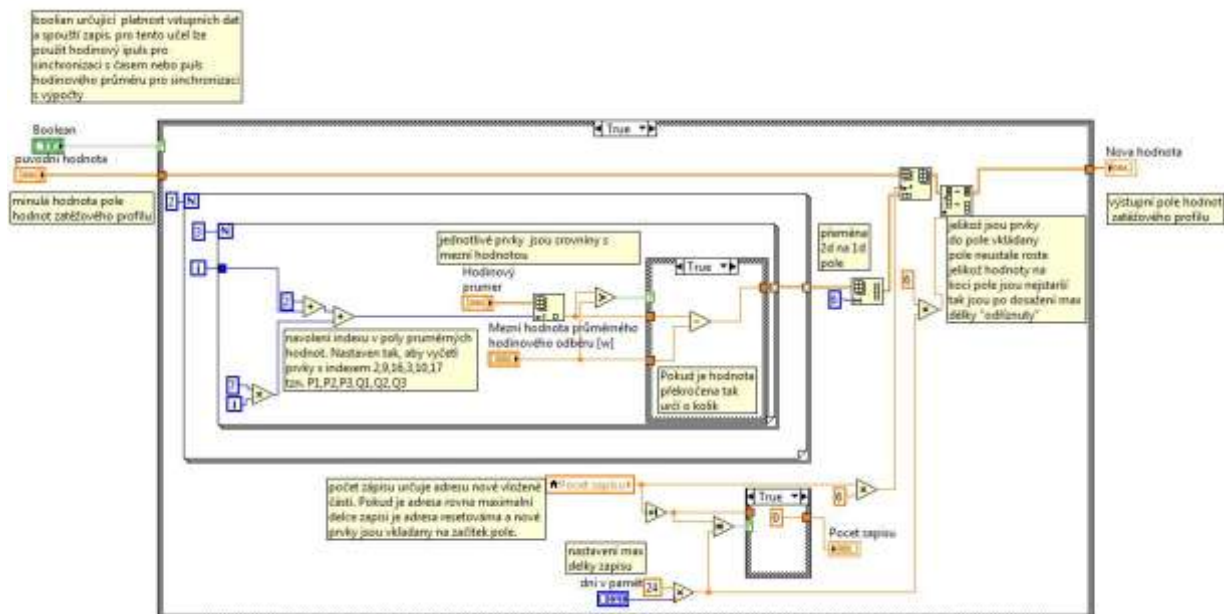
*Obr.: 5.9 Modul Průměr Pole - Blokové schéma*

## Zátěžový profil



*Obr.: 5.10 Modul Zátěžový profil*

Zde se provádí tvorba zátěžového profilu. Neboli záznam o hodnotách výkonu, který je porovnáván s hodnotou maximálního odběru. SubVI „Load profil“ vždy na začátku zkontroluje hodnotu vstupu „Boolean“ tím si ověří, že vstupní hodnoty jsou platné. Platné hodnoty jsou nové, právě vypočtené hodnoty čtvrt hodinového průměru. Ze vstupního pole průměrných hodnot vyčte příslušné prvky výkonů a srovná je s nastaveným maximem. Nové hodnoty vloží do pole a zkontroluje délku pole. Při překročení nastavené délky pole, závislé na nastaveném počtu dní v paměti, jsou nejstarší data vyřazeny. Maximální hodnota odběru je pevně daná ve smlouvě o odběru elektrické energie. Představuje vrchní hranici odběru, kterou se odběratel zavazuje dodržet. Pokud je tato hranice překročena, je odběratel trestán značným zvýšením ceny elektřiny, odebrané po dobu překročení limit. Pokud je tato hranice překračována často, je odběrateli nabídnuta nová smlouva s vyšší hodnotou maximálního odběru. Ta je jistě dražší, avšak určitě výhodnější, než neustálé penalizace.



Obr.: 5.11 Modul Zátěžový profil - Blokové schéma

## Výpočet



Obr.: 5.12 Modul výpočet

Tento blok je volán z main, a je vykonáván každou iterací hlavní smyčky. Jeho úkolem je rozložit cluster naměřených dat, na hodnoty jednotlivých fází. Pak zavolá funkci „výpočet výkonu“ předat mu příslušné hodnoty a převzít od něj vypočtené hodnoty. Které spojí do jediného pole s názvem okamžité hodnoty. Význam jednotlivých prvků je pak: efektivní hodnota napětí, efektivní hodnota proudu, činný výkon, jalový výkon, zdánlivý výkon, fázový posun mezi napětím a proudem; kvadrant, ve kterém se nachází výkon. Hodnoty jsou v poly řazeny tak, že prvních sedm hodnot náleží první fázi, druhých sedm fází druhé a posledních sedm fází třetí.

## Výpočet výkon



Obr.: 5.13 Modul Výpočet výkonu

Tento blok je součástí bloku Calcul, ze kterého je volán. Jeho vstupy jsou dvě pole formátu double, reprezentující naměřené hodnoty proudu a napětí s intervalem měření jedné sekundy. V rámci tohoto bloku pak proběhnou výpočty, potřebné pro stanovení hodnot výkonu a s ním spojených veličin. Jeho výstupem je pak pole hodnot formátu double. Ve kterém jsou uloženy vypočtené hodnoty veličin. Těmito veličinami pak jsou: efektivní hodnota napětí, efektivní hodnota proudu, činný výkon, jalový výkon, zdánlivý výkon, fázový posun mezi napětím a proudem; kvadrant, ve kterém se nachází výkon. Hodnoty jsou vyjádřené ve své základní jednotce. Fázový posuv je vyjádřen ve stupních. Pořadí prvků v poli je shodné s pořadím výše uvedeného výčtu obsahu pole.

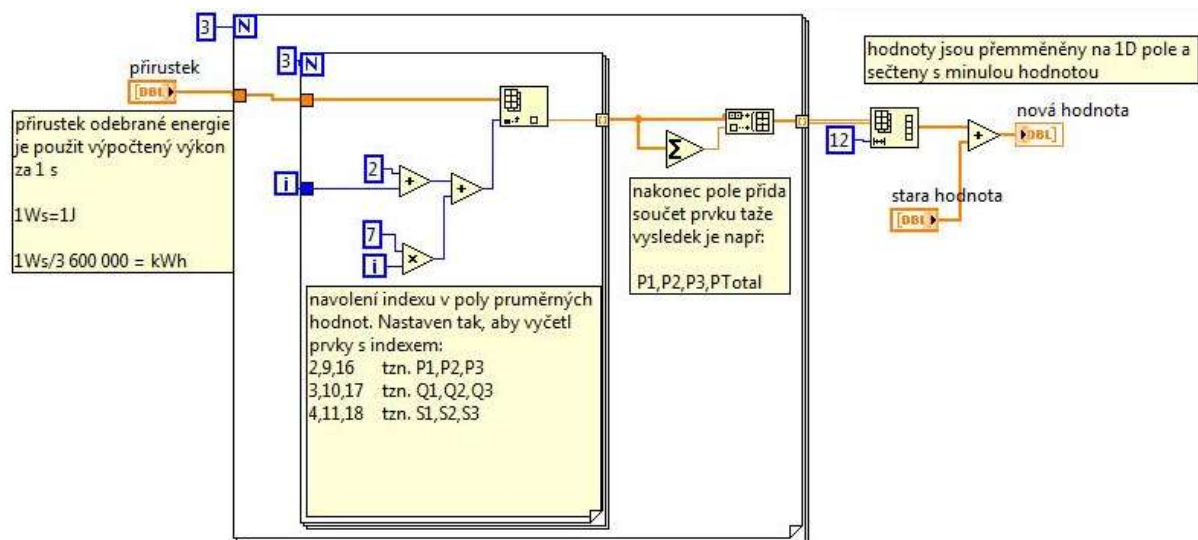
## inkrementace



Obr.: 5.14 Modul Inkrementace

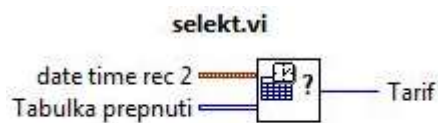
Blok nacházející se v části main. Jeho účelem je aktualizovat kumulativní registry energie. Tyto registry udržují informaci o množství odebrané energie, v rámci tarifu, kterému přísluší. Jeho vstupy jsou dvě pole double. Prvním vstupem je přírůstek, který je okamžitou vypočtenou hodnotou výkonu. Jelikož jsou okamžité hodnoty výkonu vypočítávány z jednosekundového intervalu, lze hodnoty výkonu zaměnit za hodnoty energie odebrané za jednu sekundu. Druhým vstupem je pak stará hodnota. Ke kterému se připojí kumulativní registr jako lokální proměnná k vyčtení. Tak je vyčtena stávající hodnota registru před zápisem inkrementované hodnoty. Výstupem je pak „nová hodnota“ které se zapíše do kumulativního registru.





Obr.: 5.15 Modul inkrementace - Blokové schéma

## Výběr Tarifu



Obr.: 5.16 Modul Výběr tarifu

Tento blok je určen k výběru aktuálního tarifu, ve kterém je počítán odběr. Vstupem je cluster date time a dvou rozměrné pole Tabulka přepnutí. Na základě kterých, nastaví na výstup číslo tarifu reprezentované jako integer.

Cluster date time obsahuje informace o dni v týdnu, měsíci, dni v měsíci, hodině, minutách a sekundách. Tabulka přepnutí obsahuje informaci o datu přepnutí na nový platný tarif. Údaj o jednom přepnutí je reprezentován údajem v jednom řádku dvojrozměrného pole. Jeden řádek má sedm prvků. Prvek s indexem 0 až 5 představují datum a čas přepnutí. Prvek s indexem 6 pak reprezentuje nový platný tarif. Prvek s indexem nula představuje den v týdnu. Labview využívá anglický týden, tedy neděle je den první a sobota je den sedmý. Pokud je potřeba při přepínání tarifu zohlednit den v týdnu. Jako je tomu například u sazeb pro chaty, kde je nízký tarif platný přes víkendy, a vysoký tarif přes pracovní dny. Bude jeden z parametru přepnutí den v týdnu. To je mnohem úspornější z hlediska zápisu přepínacích času. Postačí pak pouze dva přepínací časy. Jeden na začátku víkendu a druhý na začátku pracovního týdne. Jinak by bylo potřeba znát všechna data víkendů. To by při 52 týdnech v roce dělalo 104 zápisů. Pokud není třeba zohlednit den v týdnu při rozhodování, zapíšeme hodnotu -1. Pak je den v týdnu

ignorován. Den v týdnu je považován za vždy správný a rozhodování je závislé na platnosti jiných údajů.

Prvek s indexem jedna je měsíc v roce. Tento údaj se dá použít, pokud je potřeba změnit tarif nebo sazbu v závislosti na kalendářním datu. A to buď z důvodu změny sazby v průběhu v roku. Jakou často mívají provozovatelé velkých budov, jako jsou školy, úřady, nebo kina. Jejichž odběr se během roku významně liší. Zejména pak z důvodu vytápění elektřinou, kdy přes topnou sezonu splňují podmínky pro výhodnější sazbu. Nebo pokud dodavatel nabízí nízký tarif po dobu státních, nebo církevních svátků. Což je běžné například v německy mluvících zemích. Pokud není třeba zohlednit měsíc při rozhodování, zapíšeme hodnotu -1. Pak je den v týdnu ignorován. Měsíc je považován za vždy správný a rozhodování je závislé na platnosti jiných údajů.

Prvek s indexem dva je den v měsíci. Tento údaj se dá použít, pokud je potřeba změnit tarif nebo sazbu v závislosti na kalendářním datu. Pokud není třeba zohlednit den v měsíci při rozhodování, zapíšeme hodnotu -1. Pak je den v týdnu ignorován. Den v měsíc je považován za vždy správný a rozhodování je závislé na platnosti jiných údajů. Prvek s indexem tři je hodina v rozmezí nula až dvacet tři. Tento údaj se dá použít, pokud je potřeba změnit tarif, nebo sazbu v závislosti na denní době. Jedná se o nejpoužívanější část záznamu. Jelikož se tarify v domácnostech nejčastěji přepínají v závislosti na denní době. Na vysoký tarif po dobu malých odběrů a na nízký tarif po dobu zvýšené spotřeby. Například po dobu ohřevu vody v boileru. Pokud není třeba zohlednit tento údaj při rozhodování, zapíšeme hodnotu -1. Pak je hodnota ignorována a je považována za vždy správnou a rozhodování je závislé na platnosti jiných údajů.

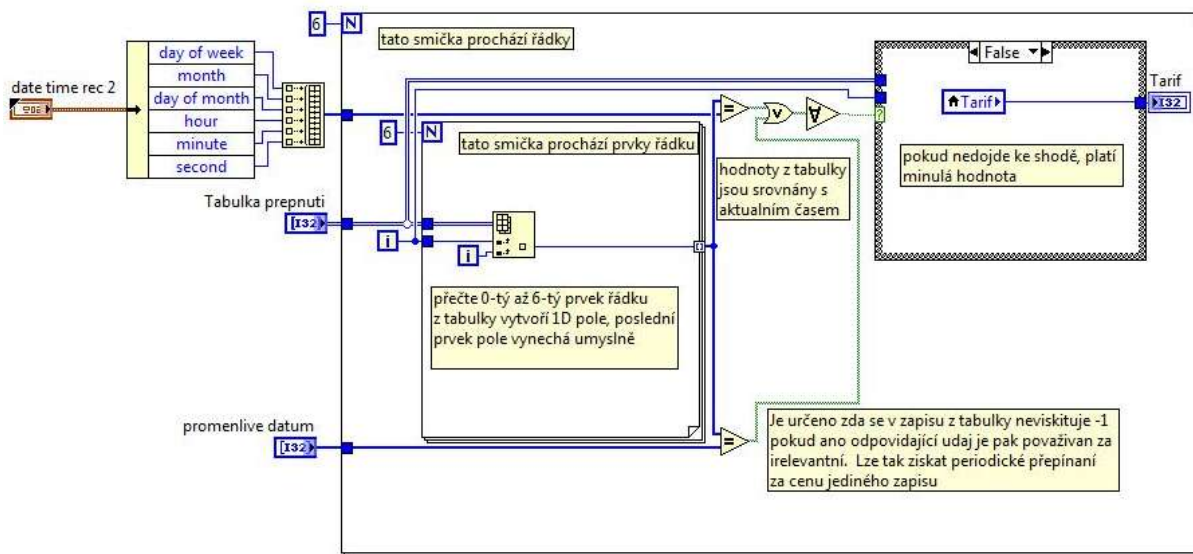
Prvek s indexem čtyři je minuta v rozmezí nula až padesát devět. Tento údaj se dá použít, pokud je potřeba změnit tarif, nebo sazbu v závislosti na denní době. Jedná se o nejpoužívanější část záznamu. Jelikož se tarify v domácnostech nejčastěji přepínají v závislosti na denní době. Na vysoký tarif po dobu malých odběrů a na nízký tarif po dobu zvýšené spotřeby. Nízký tarif lidé často označují jako „noční proud“, tento název je však zavádějící. Jak je patrné z možností elektroměru, nízký tarif není nijak svázan s nočními hodinami. Umístění časového okna s nízkým tarifem závisí na domluvě spotřebitele a dodavatele, zakotvené ve smlouvě. Pokud není třeba zohlednit tento údaj při rozhodování, zapíšeme hodnotu -1. Pak je hodnota ignorována a je považována za vždy správnou a rozhodování je závislé na platnosti jiných údajů.

Prvek s indexem pět jsou sekundy v rozmezí nula až padesát devět. Tento údaj se dá použít, pokud je potřeba změnit tarif, nebo sazbu v závislosti na denní době. Většinou je nastaven na hodnotu nula. Dojde pak k přepnutí na začátku celé minuty. Pokud pro rozhodování sekundy nejsou důležité, je vhodné uložit 0 namísto -1. Správnost funkce to nijak neovlivní a zamezí se opakovanému nastavování stejného tarifu.

Tyto prvky jsou pak srovnány s prvky časového vstupu a je vytvořeno pole pěti boolean prvků shod. Kde je nalezena stejná hodnota, je zapsáno true a kde není je zapsáno false. Pak

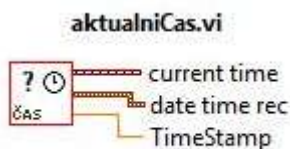


jsou srovnány s polem vyplněným hodnotou -1. Kde je nalezena stejná hodnota, je zapsáno true a kde není je zapsáno false. Tak se vytvoří pole určující ignorované hodnoty. Následně jsou tyto dvě pole logicky sečtena, aby v nově vzniklém poli byly ignorované hodnoty nahrazené hodnotou true. Pak jsou jednotlivé prvky pole mezi sebou vynásobeny. Výsledek je true, pouze pokud jsou splněny všechny neignorované podmínky přepnutí. Pokud je nalezena shoda. Je vyčten poslední prvek, shodujícího se řádku přepínací tabulky, udávající nový tarif. Pokud není nalezena shoda, je zapsán minulý tarif a ke změně nedochází. Pokud v daném okamžiku podmínky přepnutí splňují dva a více zápisů je zapsána poslední nalezená shoda.



Obr.: 5.17 Modul Výběr tarifu - Blokové Schéma

## Aktuální čas



Obr.: 5.18 Modul Aktuální čas

Tento blok se nachází v hlavní smyčce main. Je určen pro vyčítání aktuálního času v rámci simulace. Při spuštění simulace vyčte aktuální čas a pak dále přičítá k času jednu sekundu s každou iterací hlavní smyčky. Jelikož jedna iterace hlavní smyčky představuje jednosekundový usek. Pak může simulace probíhat ve zrychleném modu a udržet si konzistenci údajů a časových razítek k nim přiřazeným.

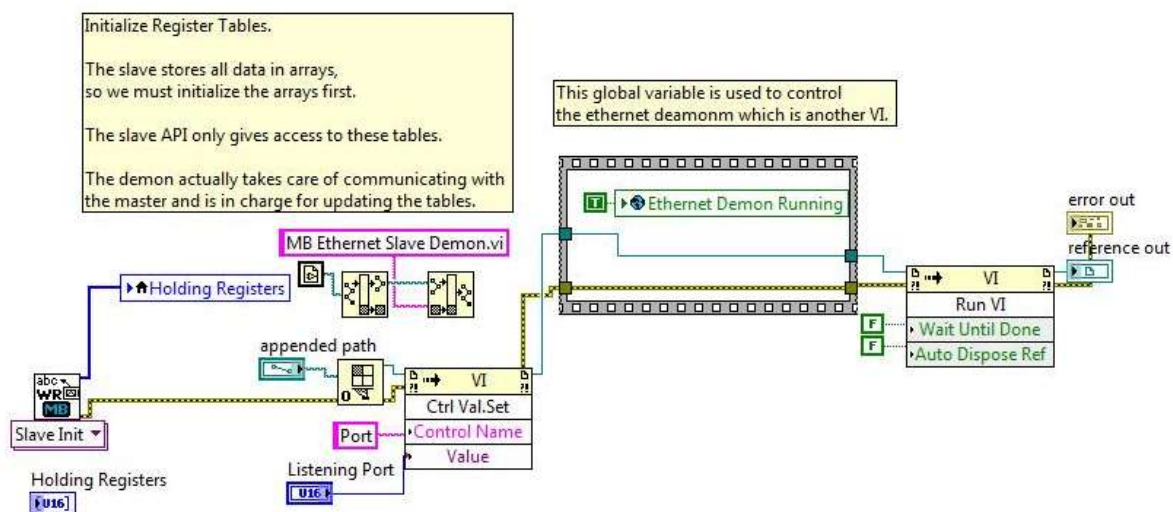
Výstupy jsou current time, určený k zobrazení simulovaného času na panelu uživatele. Dále cluster Date time rec, určený pro výběr tarifu na základě času a tabulky přepnutí. Posledním výstupem je pak číslo TimeStamp reprezentující časové razítko. Ve formě CET (Central European Time), který je odvozen od UTC (Coordinated Universal Time). Čas CET lze jednoduše zapsat jako: UTC+01:00. CET je tedy UTC posunutý o jednu hodinu dopředu. Čas je ukládán jako počet sekund které uplynuly od půlnoci 1.1.1904.

## Slave Init



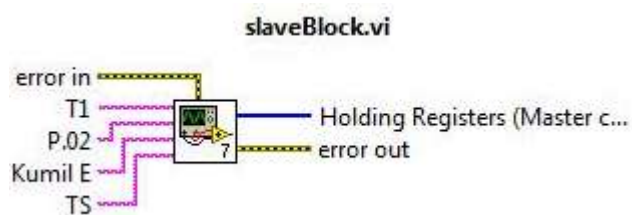
Obr.: 5.19 Modul Inicializace komunikace

Tento blok je použit mimo jakoukoli smyčku. Inicializace probíhá na začátku programu, kdy spustí MB Ethernet Daemon. Který se stará o komunikaci a je vypnut na konci simulace. Výstupy pak jsou registr pro zápis zpráv slave, reference pro komunikaci. A chybová zpráva.



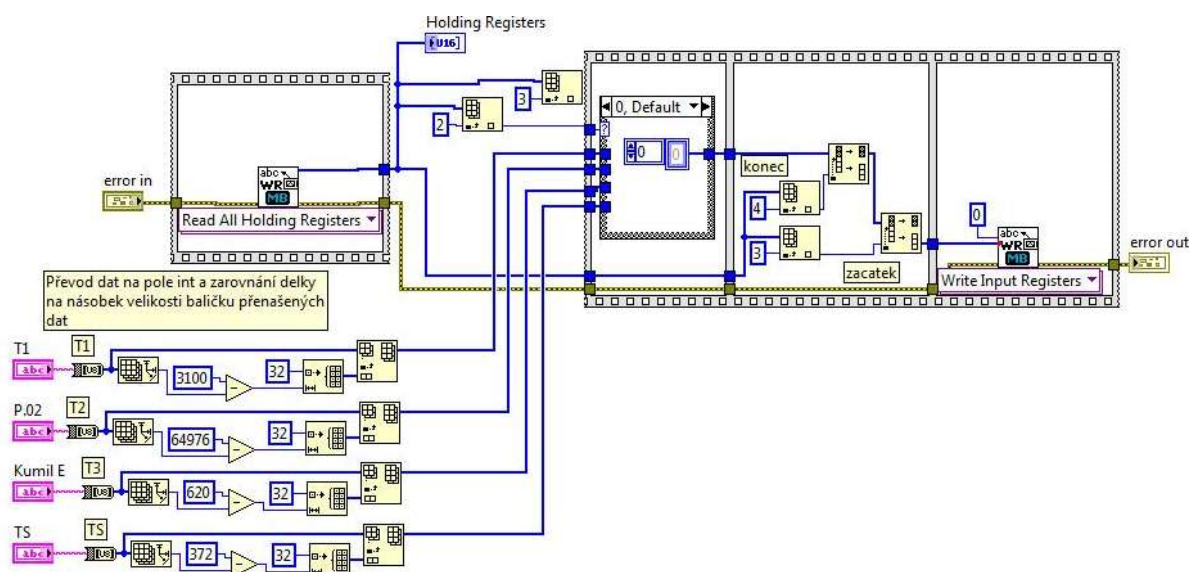
Obr.: 5.20 Modul Inicializace komunikace - Blokové schéma

## Slave blok



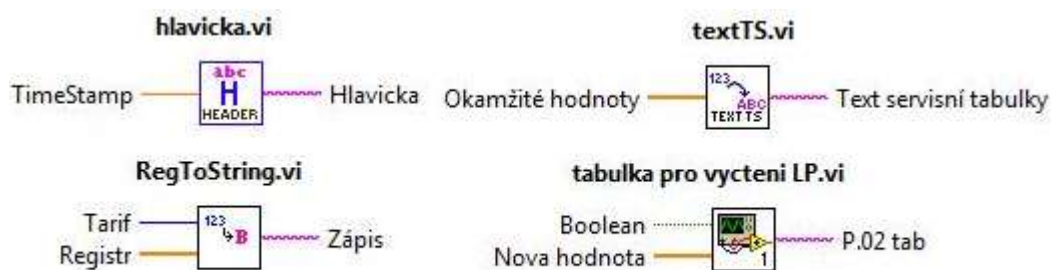
Obr.: 5.21 Slave Block

Blok v rámci komunikační smyčky. Jeho účelem je připravit vstupní správy o stavech registrů. Převést stringové správy na pole int 8, a zarovnat délky nově vzniklých polí na násobek pevné délky zasílaných zpráv. Poté vyčte holding registr modbusu. A reaguje na příkaz zasláný zařízením master. Slave blok vždy pouze odpovídá na příkazy master zařízení a nikdy nezačíná komunikaci. Vždy zasílá mastrem požadovanou část jednoho ze čtyř polí. Pokud master nezasílá zprávy, nebo zasílá zprávy pro jiné zařízení. Slave neprovádí žádnou komunikaci.



Obr.: 5.22 Slave Block - Blokové schéma

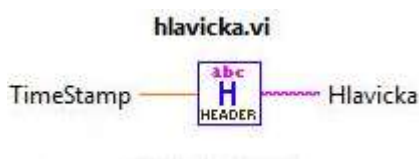
## Další použitá vi



Obr.: 5.23 Další Moduly

Bloky v rámci hlavní smyčky použité k převodu obsahů registru na stringi. Pro účely zápisu v rámci OBIS kódu. Rozkládají pole na jednotlivé prvky převádí je na string a umisťují do předpřipravených textů s identifikátory OBIS podle jejich příslušnosti.

## Hlavička



Obr.: 5.24 Modul Hlavička

Hlavička.vi vytváří společnou hlavičku pro všechny registry určené k vyčtení. Neustále obnovuje hlavičku o aktuální CET (UTC+01:00) časové razítko.

## 5.5. Uživatelské prostředí modelu elektroměru

Uživatelské prostředí bylo provedeno formou záložek. Jednotlivé záložky prezentují jeden nebo více registrů. V případě více registrů se jedná o registry podobného typu. Záložky jsou řazeny tak, aby napodobovaly sled událostí při zpracovávání měřených hodnot.

### Panel ovládání simulace

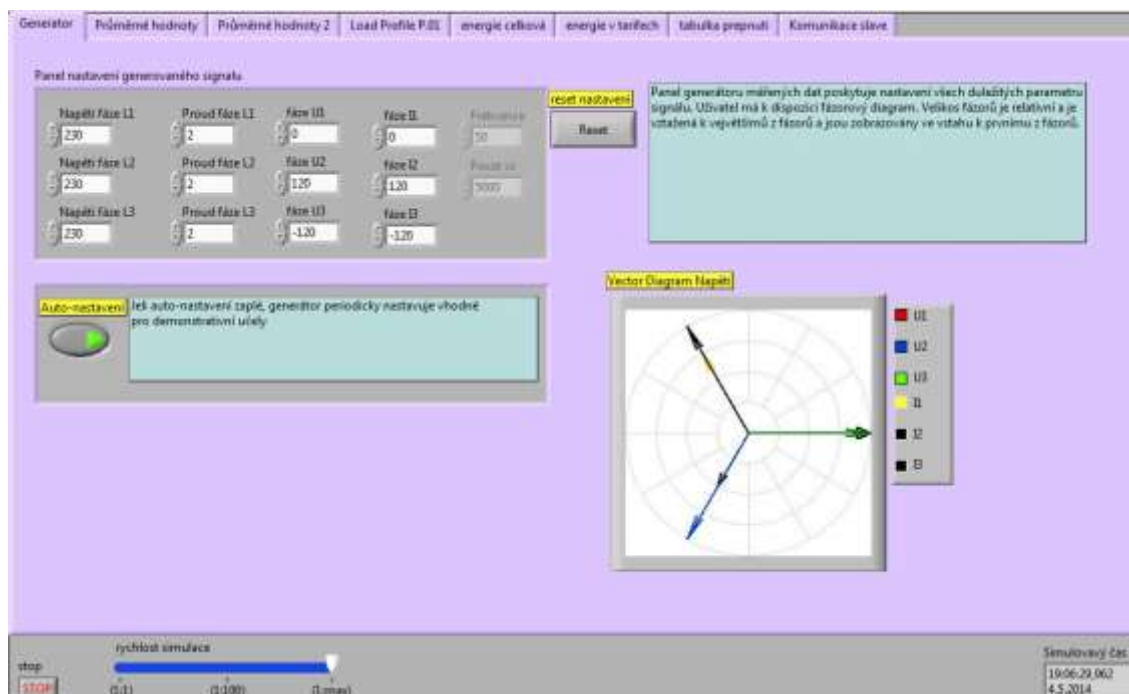
Ovládací prvek viditelný ve všech záložkách modelu, zobrazuje aktuální simulovaný čas. Nabízí volbu rychlosti simulace, reálná rychlost (1:1), zrychlená simulace (1:100), maximální rychlost (1:max). Maximální rychlost znamená, že simulace zabere všechny dostupný výkon procesoru. Dále pak pomocí tlačítka stop je možné ukončit simulaci.



Obr.: 5.25 Panel ovládání simulace

### Panel generátoru

První záložkou je generátor dat. Zde si uživatel může navolit přesné hodnoty měřeného signálu. Také může zvolit možnost automatického nastavení hodnot, to znamená cyklické nastavení předdefinovaných hodnot pro prezentační účely.



Obr.: 5.26 Panel generátoru

## Průměrné hodnoty

Následující dva panely jsou panely průměrných hodnot. Zobrazují hodnoty průměrů za žlutě vyznačené intervaly. Těmito průměry pak jsou tyto: průměrné hodnoty za jednu sekundu, průměrné hodnoty za deset sekund, průměrné hodnoty za jednu minutu, průměrné hodnoty za patnáct minut, průměrné hodnoty za jednu hodinu a průměrné hodnoty za jeden den. Tyto záložky prezentují možnosti využití statických elektroměru požitych jako víceúčelové měřicí přístroje, s možnostmi síťových analyzátorů a datalogerů. Přesahují vlastnosti pouhého počítadla spotřebované energie. Analyzační vlastnosti však nebyly součástí modelu.

Každá z obou záložek zobrazuje obsah tří registrů průměrných hodnot. Registry jsou vyjádřeny jako pole hodnot, ve kterých pořadí prvku určuje význam. Jednotlivé prvky byly popsány a každá záložka byla pro účely výukového modelu doplněna popisujícím textem.



Obr.: 5.27 Panel průměrných hodnot

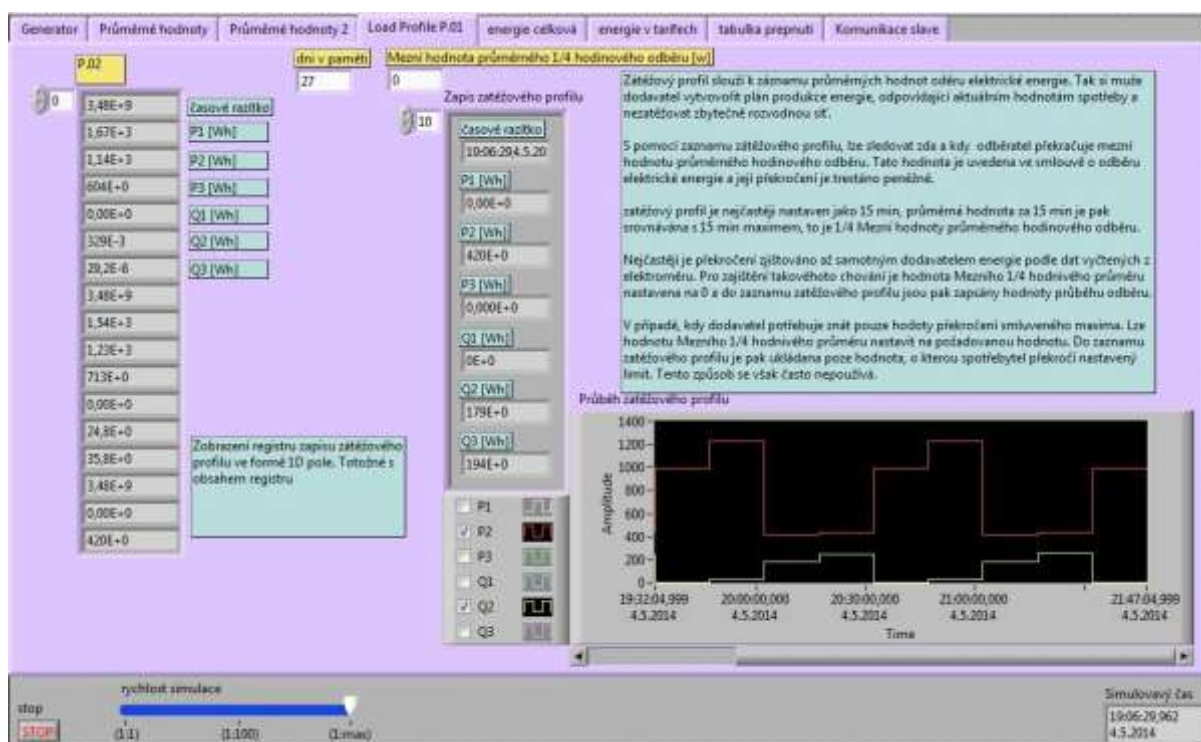


## Zátěžový profil

Tato záložka reprezentuje tvorbu zátěžového profilu uživatele. Na levé straně je zobrazen registr zátěžového profilu ve své číselné podobě, spolu s popisem prvního zápisu. Jelikož následující zápisy jsou řazeny stejným způsobem. Pro účel vyčítání hodnot uživatelem je ve středu připraven indikátor, ve kterém si lze listovat jednotlivými zápisy v člověkem lépe čitelné formě. Zejména časové razítko je zde zobrazeno jako časový údaj, a listování registrem je provedeno po celých zápisech.

Na záložce je dále zobrazen graf průběhu hodnot zapsaných do zátěžového profilu, osa x je cejchovaná časem naměřených hodnot a uživatel si může navolit, které z hodnot obsažených v zátěžovém profilu chce zobrazit.

Jednotlivé prvky byly popsány a záložka byla pro účely výukového modelu doplněna popisujícím textem.



Obr.: 5.28 Panel - Zátěžový profil

## celková energie

Tato záložka reprezentuje tvorbu tabulky celkové energie odebrané za provozu elektroměru. Účel této tabulky v reálném elektroměru, je prokázání shody se součtem fakturované energie v registrech tarifu. Tak je možné odhalení pokusů o podvod při odečtu energie.

Registr je pro snadnější zobrazení rozdělen na poloviny a je zobrazen ve dvou indikátorech. Jednotlivé prvky registru byly popsány a záložka byla pro účely výukového modelu doplněna popisujícím textem.

| Generator                                | Průměrné hodnoty                             | Průměrné hodnoty 2 | Load Profile P.D1                              | energie celková                           | energie v tarifech                           | tabulka: přepnutí | Komunikace slave                               |
|--|--|--------------------|--|---|--|-------------------|--|
| Kumulativní registr energie (prvek 1-12) |  |                    |  | Kumulativní registr energie (prvek 13-24) |  |                   |  |
| 3,08E+0                                  | Celková odebraná činná energie v L1 (kWh)    | -908E-3            | Celková dodaná Jalová energie v L1 (kvarh)     | 3,57E+0                                   | Celková odebraná činná energie v L2 (kWh)    | 0,00E+0           | Celková dodaná Jalová energie v L2 (kvarh)     |
| 1,66E+0                                  | Celková odebraná činná energie v L3 (kWh)    | 0,00E+0            | Celková dodaná Jalová energie v L3 (kvarh)     | 0,21E+0                                   | Celková odebraná činná energie (kWh)         | -908E-3           | Celková dodaná Jalová energie (kvarh)          |
| -79,8E-3                                 | Celková dodaná činná energie v L1 (kWh)      | 4,82E+0            | Celková odebraná Zdanlivá energie v L1 (kvarh) | 0,00E+0                                   | Celková dodaná činná energie v L2 (kWh)      | 3,70E+0           | Celková odebraná Zdanlivá energie v L2 (kvarh) |
| -800E-3                                  | Celková dodaná činná energie v L3 (kWh)      | 2,55E+0            | Celková odebraná Zdanlivá energie v L3 (kvarh) | -940E-3                                   | Celková dodaná činná energie (kWh)           | 11,1E+0           | Celková odebraná Zdanlivá energie (kvarh)      |
| 38,1E-0                                  | Celková odebraná Jalová energie v L1 (kvarh) | 0,00E+0            | Celková dodaná Zdanlivá energie v L1 (kvarh)   | 454E-3                                    | Celková odebraná Jalová energie v L2 (kvarh) | 0,00E+0           | Celková dodaná Zdanlivá energie v L2 (kvarh)   |
| 230E-3                                   | Celková odebraná Jalová energie v L3 (kvarh) | 0,00E+0            | Celková dodaná Zdanlivá energie v L3 (kvarh)   | 684E-3                                    | Celková odebraná Jalová energie (kvarh)      | 0,00E+0           | Celková dodaná Zdanlivá energie (kvarh)        |

Tabulka energie v tarifech obsahuje součet veškeré energie odebrané během provozu elektroměru. Účelem tabulky je kontrola správnosti fakturovaných údajů o spotřebě elektrické energie. V případě pošetění z ovlivňování hodnot energie v jednotlivých tarifech, velikost hodnoty tabulky jsou vyvířeny separátně od hodnot v jednotlivých tarifech. lze prokázat ovlivnění rozdílem mezi celkovou energií a součtem hodnot v jednotlivých tarifech. S naprostou jistotou lze takto prokázat rozdíly větší než 0,01 kWh.

V jednotlivých řádcích jsou uloženy vypočítané veličiny, značené po levé straně od registrů. Jednotky jsou uvedené v popisku veličin, spolu jednotkou.

stop

rychlost simulace

(1:1)

(1:100)

(1:max)

Simulační čas

19:06:29.962

4.5.2014

Obr.: 5.29 Panel - Celková energie



## Registry tarifu

Tato záložka reprezentuje tvorbu a hodnoty registrů jednotlivých tarifů. Stejně jako v modelovaném přístroji je k dispozici řada tarifu. Do kterých je v případě aktivace příslušného tarifu přičítána aktuální hodnota spotřebované a dodané energie. Problém sazby je řešen stejně jako ve skutečném elektroměru a to tak, že v elektroměr inkrementuje hodnoty registrů tarifů a rozhodnutí o přiřazení tarifů do sazby proběhne mimo elektroměr, při vyúčtování. Určení sazby elektroměru je provedeno tak, sazbě pro obecnost navanou Sazba 1 jsou přiřazeny, pro nízký a vysoký tarif, registry 0 a 1. Sazbě pro obecnost navanou Sazba 2 jsou přiřazeny, pro nízký a vysoký tarif, registry 2 a 3. Nápodobně pak pro další sazby.

Jednotlivé prvky registrů byly popsány a záložka byla pro účely výukového modelu doplněna popisujícím textem.



Obr.: 5.30 Panel - Registry tarifů

## tabulka přepnutí

Tato záložka reprezentuje hodnoty tabulky přepnutí. Jednotlivé řádky představují zápisy o době přepnutí tarifu. Hodnoty přepnutí je možné editovat za chodu aplikace. Zápis hodnoty je popsán a jsou uvedeny příklady zápisu. Jako návod pro uživatele. Tabulka je defaultně vybavena zápisem, který zajistí přepnutí každý den v 10:00 a 22:30 simulovaného času.

Jednotlivé prvky registrů byly popsány a záložka byla pro účely výukového modelu doplněna popisujícím textem.

**Tabulka přepnutí Tarifu**

|    |    |    |    |    |   |   |
|----|----|----|----|----|---|---|
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 0  | -1 | -1 | -1 | 10 | 0 | 0 |
| -1 | -1 | -1 | 22 | 30 | 0 | 2 |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |

Tabulka přepnutí tarifu ukládá časy zapnutí jednotlivých tarifů. Čas zapnutí je uložen v jednom řádku tabulky, v prvních šesti prvcích. Poslední prvek pak slouží k indikaci nového tarifu k zapnutí.

**Zápis doby přepnutí**

| den v týdnu | měsíc     | den v měsíci | hodina    | minuta    | sekundy   | nový tarif |
|-------------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1-6 (-1)    | 1-12 (-1) | 1-31 (-1)    | 0-23 (-1) | 0-59 (-1) | 0-59 (-1) | 0-5        |

Pokud je potřeba vytvořit zápis jednorázového přepnutí, je potřeba vypsat všechny údaje o čase přepnutí. Jak je ukázáno na následujícím příkladu, všechny hodnoty času jsou vyplněny spolu s novým tarifem. Dle zápisu dojde k přepnutí:

úterý: 30. 4. 13:55:35 -> nový tarif = tarif 2

**příklad zápisu 1**

|   |    |   |    |    |    |   |
|---|----|---|----|----|----|---|
| 4 | 30 | 4 | 13 | 55 | 35 | 2 |
|---|----|---|----|----|----|---|

Pokud je potřeba vytvořit periodický se opakující dobu přepnutí je možné zapsat hodnotu -1 do prvních šesti částí opakujícího se data. Příslušná hodnota bude považována za vždy správnou a rozhodování bude záviset na správnosti ostatních údajů. Dle zápisu dojde k přepnutí:

každý den, 21:30:00 -> nový tarif = tarif 2

Ještěž na místě dne v týdnu, měsíce a dne v měsíci je -1, jsou tyto hodnoty ignorovány a k přepnutí na tarif 1 dojde vždy v 21:30:00

**příklad zápisu 2**

|    |    |    |    |    |   |   |
|----|----|----|----|----|---|---|
| -1 | -1 | -1 | 21 | 30 | 0 | 2 |
|----|----|----|----|----|---|---|

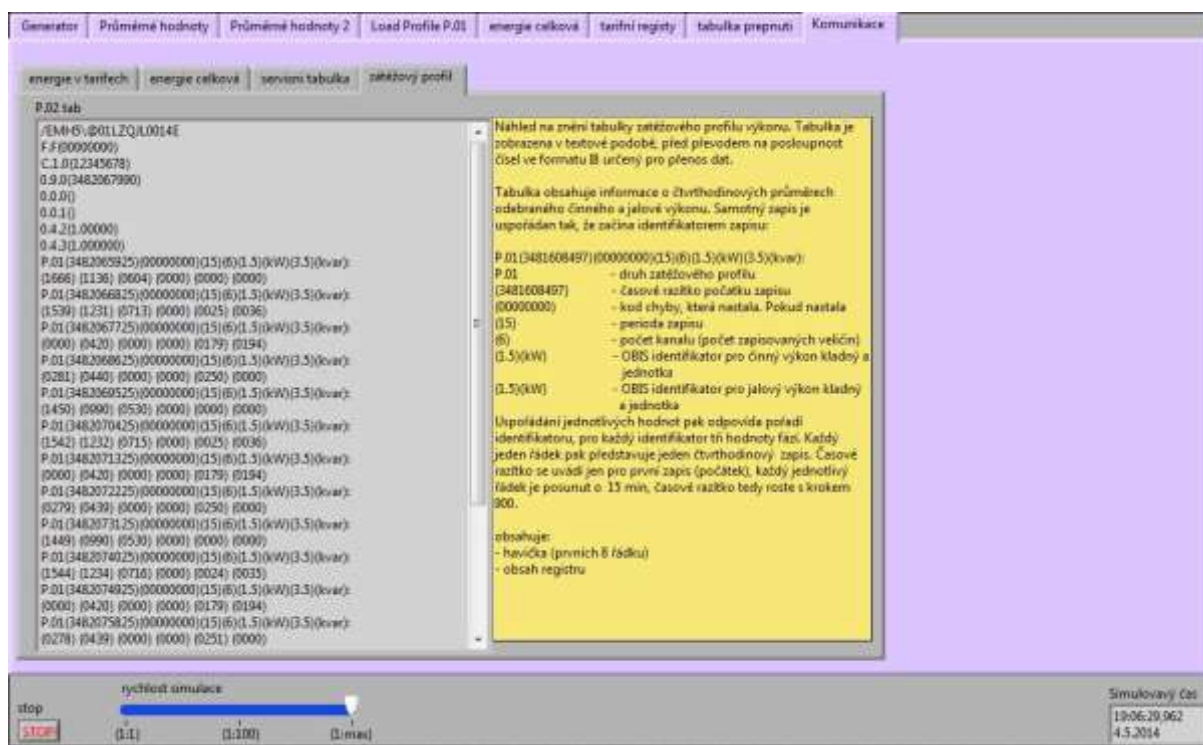
rychlost simulace: (1:1) (1:100) (1:max)

Simulační čas: 19:06:29.962 4.5.2014

Obr.: 5.31 Panel - Tabulka přepnutí

## Komunikace

Tato záložka reprezentuje hodnoty výčtových tabulek. Tabulky jsou prezentovány textově podobě pro snadnější odečet hodnot. Jednotlivé tabulky jsou odděleny na samostatných záložkách a každá tabulka je opatřena vlastním popisem obsahu a významu hodnot a záložky byly pro účely výukového modelu doplněny popisujícím textem.



Obr.: 5.32 Panel - Výčtové tabulky

## 5.6. Popis hlavních bloků výčtové aplikace

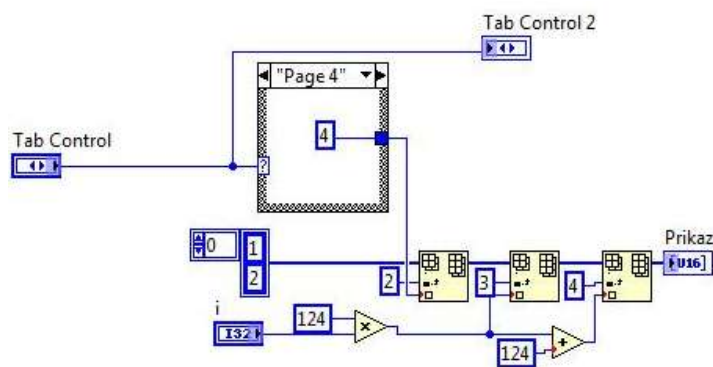
V následujícím textu jsou popsány hlavní bloky výčtové aplikace. Kromě těchto vytvořených bloků je ještě v aplikaci použity bloky ze základní sady bloků prostředí LabVIEW, jejichž funkce jsou triviální a nepotřebují vysvětlení.

### Master Comand



Obr.: 5.33 Modul Master Comand

Tento blok je součástí programu reprezentující prostředek k vyčtení elektroměru. Na základě vstupu Tab Control určující požadovanou tabulku k vyčtení, vytváří sérii modbusových příkazů pro vyčtení zadané tabulky. Pořadí je dáno vstupem i, který informuje o pořadí aktuálně požadovaného příkazu. Příkaz je tvořen jako pole hodnot. První hodnotou je adresa přístroje, pro který je zpráva určena. Ta je pevně nastavena na 1. Druhou hodnotou je pak požadovaná činnost. Ta je pevně nastavena na 2, neboli vyčtení registru. Třetí hodnotou je pak číslo registru k vyčtení. Hodnota nabývá celočíselných hodnot mezi nulou a čtyřmi. Zařízení slave hodnotu nula určí jako prázdné volání a nebude na něj odpovídat. Čtvrtou hodnotou je pak počáteční adresa, od které se má požadovaný registr vyčítat. Patou hodnotou je adresa, do které má být registr vyčten.



Obr.: 5.34 Modul Master Comand – Blokové Schéma

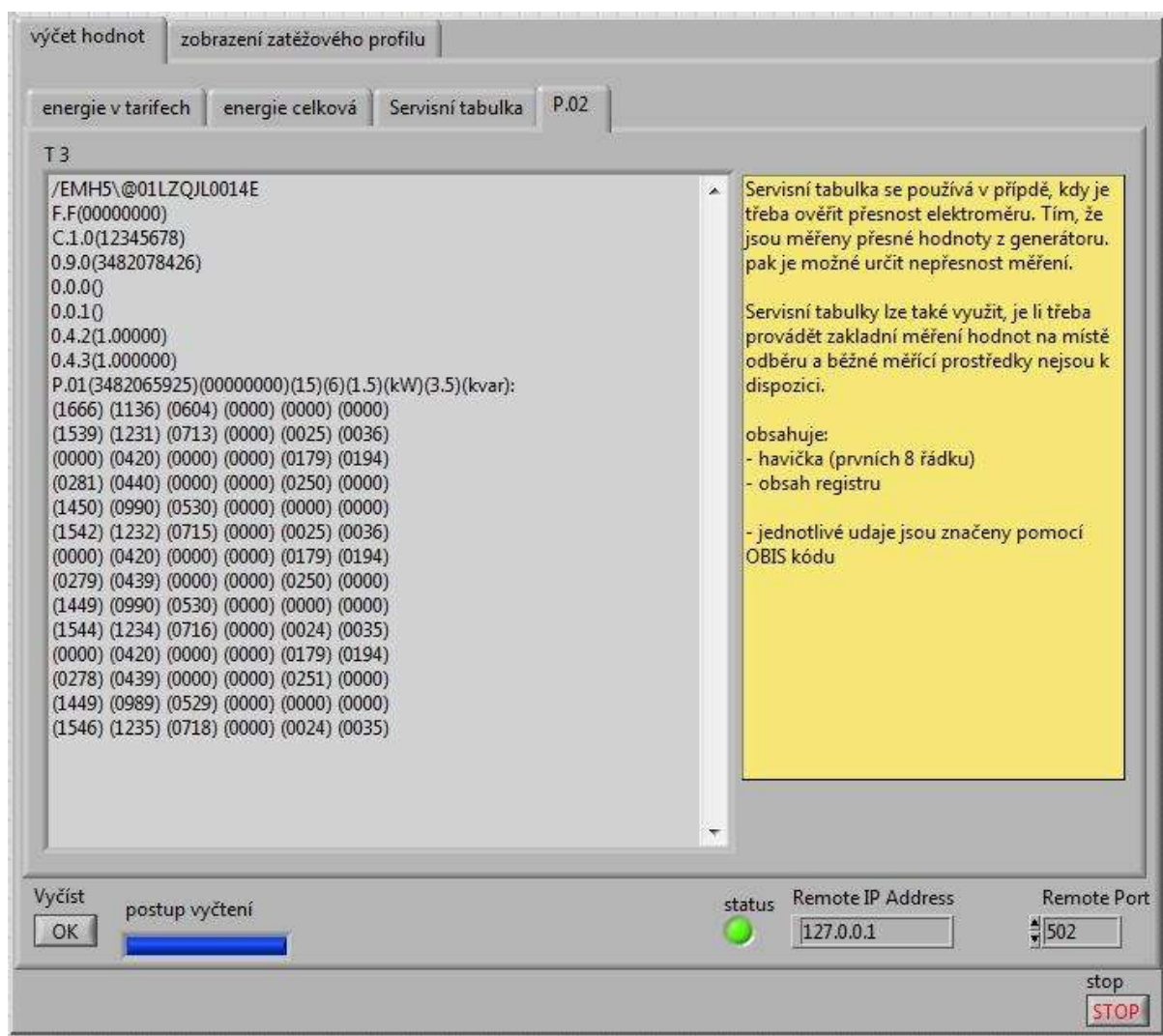
## 5.7. Uživatelské prostředí výčtové aplikace

Uživatelské prostředí bylo provedeno formou záložek. Jednotlivé záložky představují možnosti vyčtení a zpracování vyčtených hodnot.

### Vyčtení hodnot

V této záložce je možné vyčítat hodnoty z modelu elektroměru. Výběr tabulky proběhne výběrem zobrazené tabulky. A stiskem tlačítka vyčíst. Uživatel je informován rozsvícenou diodou status o úspěšném navázání spojení a progres barem o postupu vyčtu hodnot. Tabulka je po vyčtení zobrazena a aplikace je připravena na další výčet.

Každá tabulka byla opatřena vlastním popisem obsahu a významu hodnot a záložky byly pro účely výukového modelu doplněny popisujícím textem.

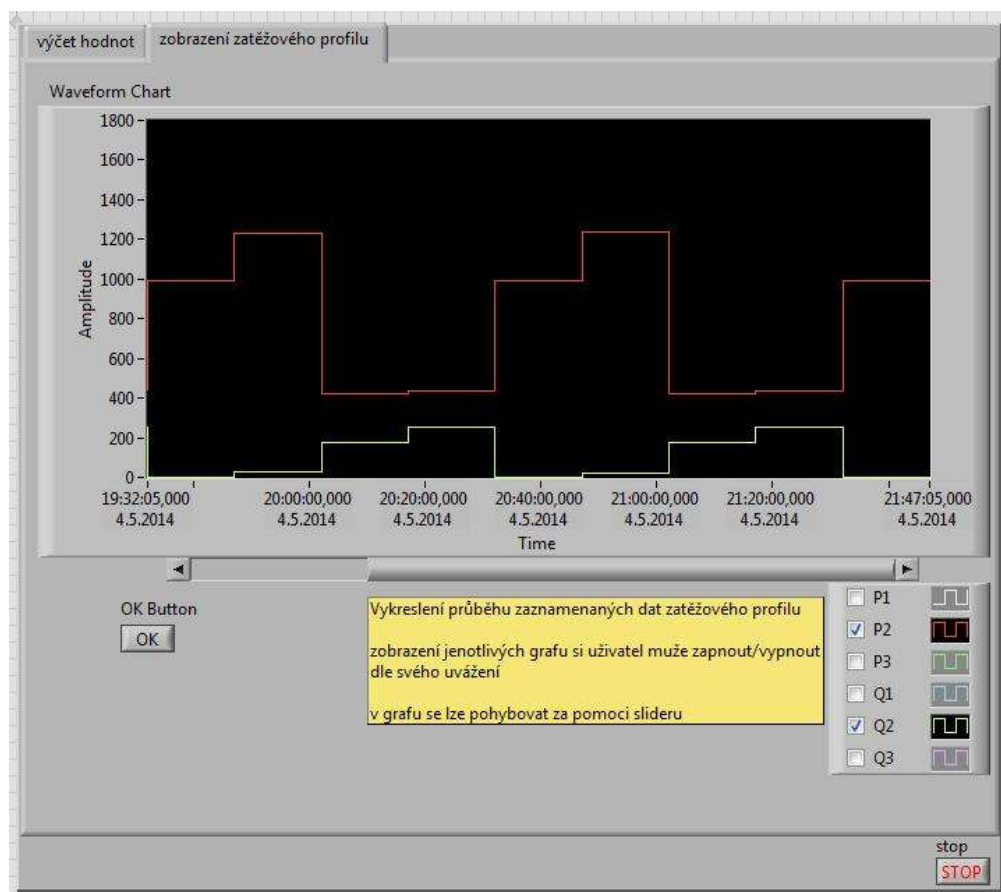


Obr.: 5.35 Panel - Vyčet tabulek



## Zobrazení zátěžového profilu

Na této záložce je možné vykreslit průběh zátěžového profilu, podle vyčtené hodnoty tabulky zátěžového profilu. Osa x je cejchovaná časem naměřených hodnot a uživatel si může navolit, které z hodnot obsažených v zátěžovém profilu chce zobrazit. Celím grafem se pohybuje za pomoci posuvníku. Pro vykreslení grafu musí být data nejprve vyčtena, vyčítání provádí uživatel.



Obr.: 5.36 Panel - Graf průběhu zátěžového profilu

## 6. Zhodnocení dosažených výsledků práce

Diplomová práce popisuje všechny fáze návrhu a realizace výukového modelu statického elektroměru. Nejprve byla provedena analýza problematiky vytváření cen elektřiny ve spojitosti se sazbou a tarifem elektrické energie. A byly prozkoumány podmínky k přiznání sazby spotřebiteli elektrické energie.

Dále byl z navržených pokročilých elektroměrů pro předlohu modelu, vybrán za vhodný elektroměr LZQXC. Byly detailně prozkoumány jeho základní bloky a funkce. Dále byla provedena praktická laboratorní práce s elektroměrem. Během které jsem si osvojil základy práce s elektroměrem, vyčítání hodnot elektroměru přes optické rozhraní a nastavování tarifu a funkcí elektroměru.

Dále byla provedena studie relevantních norem, zejména pak ČSN EN 62056-21, ČSN EN 62056-22, ČSN EN 62056-61. Dále pak byl prostudován systém identifikace energetických dat EDIS/OBIS. Používaný při výčtech elektroměrů.

Shrnutím teoretických a praktických znalostí vznikl návrh modelu statického elektroměru a komunikačního bloku v LabVIEW. Jehož provedení a vzhled prošel četnými úpravami. Model je navržen pro možnost měnit nastavení modelu přes uživatelské prostředí modelu a to i za chodu modelu. Což nabízí uživatelsky pohodlný přístup ke změnám hodnot nastavení.

Na základě shrnutí také vznikla aplikace, pro vyčet dat modelu. Zaměření této aplikace bylo hlavně na vyčtení hodnot z elektroměru a zobrazení vyčtených hodnot ve formě výčtových tabulek a v případě zátěžového profilu i zobrazení grafu průběhu hodnot spotřebované energie.

## Citovaná literatura

- [1.] **Fillette, Petr.** revoluce-v-mereni. *VOŠ a SPŠ elektrotechnická Františka Křížíka*. [Online] 2 2001. [Citace: 5. 11 2013.] <http://www.vosaspsekrizik.cz/cs/download/studium/sps/elektroenergetika/revoluce-v-mereni.pdf>.
- [2.] Elektroměr. *Wikipedia*. [Online] 18. 10 2013. [Citace: 5. 11 2013.] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrom%C4%9Br>.
- [3.] **ČEZ, a. s.** obcane-a-domacnosti. <http://www.cez.cz>. [Online] 30. 11 2010. [Citace: 6. 1 2014.] <http://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/pds-domacnost.pdf>.
- [4.] **ČEZ, a. s.** obcane-a-domacnosti. <http://www.cez.cz>. [Online] 30. 11 2010. [Citace: 6. 1 2014.] <http://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/pds-domacnost.pdf>.
- [5.] Srovnání - ceny elektřiny a plynu 2014. *Chytrý Odběratel*. [Online] xBizon, s.r.o., 2011. [Citace: 7. 11 2013.] <http://www.chytryodberatel.cz/jak-se-vyznat-v-tarifech-a-sazbach-elekriny.aspx>.
- [6.] jak-se-vyznat-v-tarifech-a-sazbach-elekriny. *Chytrý odběratel*. [Online] xBizon, s.r.o., 2011. [Citace: 7. 11 2013.] <http://www.chytryodberatel.cz/jak-se-vyznat-v-tarifech-a-sazbach-elekriny.aspx>.
- [7.] **Kozub, Radomír.** Smart metering: Cesta od mechanického elektroměru k chytrým sítím. *crr.vutbr.cz*. [Online] 14. 12 2013. [Citace: 9. 11 2013.] [http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura\\_10\\_1212.pdf](http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura_10_1212.pdf).
- [8.] **KG., EMH Elektrizitätszähler GmbH Co.** *Product manual for the 4-Quadrant Combi meter LZQJ-XC in accordance with VDEW-Specifications 2.1.* Südring : EMH Elektrizitätszähler GmbH Co KG., 209. Sv. I.
- [9.] norma ČSN EN 62056-21 - Měření elektrické energie - Výměna dat pro odečet elektroměru řízení tarifu a regulace zátěže - Část 21: Přímá místní výměna dat, datum účinnosti: 1.4.2004
- [10.] norma ČSN EN 62056-21 - Měření elektrické energie - Výměna dat pro odečet elektroměru řízení tarifu a regulace zátěže - Část 21: Přímá místní výměna dat, datum účinnosti: 1.4.2004



[11.] norma ČSN EN 62056-21 - Měření elektrické energie - Výměna dat pro odečet elektroměru řízení tarifu a regulace zátěže - Část 21: Přímá místní výměna dat, datum účinnosti: 1.4.2004

[12.] norma ČSN EN 62056-21 - Měření elektrické energie - Výměna dat pro odečet elektroměru řízení tarifu a regulace zátěže - Část 21: Přímá místní výměna dat, datum účinnosti: 1.4.2004

[13.] norma ČSN EN 62056-21 - Měření elektrické energie - Výměna dat pro odečet elektroměru řízení tarifu a regulace zátěže - Část 21: Přímá místní výměna dat, datum účinnosti: 1.4.2004

[14.] norma ČSN EN 62056-21 - Měření elektrické energie - Výměna dat pro odečet elektroměru řízení tarifu a regulace zátěže - Část 21: Přímá místní výměna dat, datum účinnosti: 1.4.2004

[15.] norma ČSN EN 62056-21 - Měření elektrické energie - Výměna dat pro odečet elektroměru řízení tarifu a regulace zátěže - Část 21: Přímá místní výměna dat, datum účinnosti: 1.4.2004

[16.] **KG., 5 EMH Elektrizitätszähler GmbH & Co.** man\_combimaster\_en. *Ibema Controls*. [Online] 1. 11 2005. [Citace: 9. 11 2013.]  
[http://www.imbemacontrols.nl/Download/documents/productproperty/507/nl\\_NL/man\\_combimaster\\_en.pdf](http://www.imbemacontrols.nl/Download/documents/productproperty/507/nl_NL/man_combimaster_en.pdf).

# SEZNAM OBRÁZKŮ

|   |    |
|---|----|
| Obr.: 3.E3.1 elektroměr LZQ-XC .....  | 5  |
| Obr.: 3.2 Schéma elektroměru LZQ-XC [8] .....                                   | 6  |
| Obr.: 3.3 Průběh průměrné hodnoty za pomoci skokové periody měření .....        | 8  |
| Obr.: 3.4 Zobrazení průběhu průměru za pomoci klouzavé měřicí periody .....     | 9  |
| Obr.: 3.5 Diagram – vytvoření maxima při skokové periodě měření .....           | 10 |
| Obr.: 3.6 Diagram profilu standardního zatížení .....                           | 11 |
| Obr.: 4.1 Identifikační zpráva .....  | 13 |
| Obr.: 4.2 Zahájení komunikace .....   | 13 |
| Obr.: 4.3 Komunikace - Datový blok .....  | 13 |
| Obr.: 4.4 Potvrzení příjmu správy .....   | 13 |
| Obr.: 4.5 Struktura identifikátoru .....  | 14 |
| Obr.: 4.6 Redukovaný OBIS kód .....   | 18 |
| Obr.: 4.7 Uživatelské prostředí Combimaster 2000 [16] .....                     | 20 |
| Obr.: 4.8 Uživatelské prostředí Combimaster 2000 - Menu povelu .....            | 21 |
| Obr.: 4.9 Uživatelské prostředí Combimaster 2000 - Menu výčet .....             | 22 |
| Obr.: 4.10 Uživatelské prostředí Combimaster 2000 - Graf průběhu spotřeby ..... | 23 |
| Obr.: 4.11 Uživatelské prostředí Combi-Tool .....                               | 24 |
| Obr.: 4.12 Combi-Tool Editor sazeb .....  | 25 |
| Obr.: 4.13 Combi-Tool Editor tarifů .....                                       | 26 |
| Obr.: 4.14 Combi-Tool parametrizace měření .....                                | 27 |
| Obr.: 5.1 Blokové schéma aplikace modelu elektroměru .....                      | 31 |
| Obr.: 5.2 Elektroměr - Blokové schéma .....                                     | 32 |
| Obr.: 5.3 Komunikační blok - Blokové schéma .....                               | 32 |
| Obr.: 5.4 Schéma modelu výčtové aplikace .....                                  | 34 |
| Obr.: 5.5 Schéma výčtové aplikace .....   | 34 |
| Obr.: 5.6 Modul Generátoru .....  | 35 |
| Obr.: 5.7 Modul Generátoru - Blokové schéma .....                               | 35 |
| Obr.: 5.8 Modul Průměr Pole .....   | 36 |
| Obr.: 5.9 Modul Průměr Pole - Blokové schéma .....                              | 37 |
| Obr.: 5.10 Modul Zátěžový profil .....  | 37 |
| Obr.: 5.11 Modul Zátěžový profil - Blokové schéma .....                         | 38 |
| Obr.: 5.12 Modul výpočet .....  | 38 |
| Obr.: 5.13 Modul Výpočet výkonu .....   | 39 |
| Obr.: 5.14 Modul Inkrementace .....   | 39 |
| Obr.: 5.15 Modul inkrementace - Blokové schéma .....                            | 40 |
| Obr.: 5.16 Modul Výběr tarifu .....   | 40 |
| Obr.: 5.17 Modul Výběr tarifu - Blokové Schéma .....                            | 42 |
| Obr.: 5.18 Modul Aktuální čas .....   | 42 |
| Obr.: 5.19 Modul Inicializace komunikace .....                                  | 43 |
| Obr.: 5.20 Modul Inicializace komunikace - Blokové schéma .....                 | 43 |

|  |    |
|--|----|
| Obr.: 5.21 Slave Block .....                             | 44 |
| Obr.: 5.22 Slave Block - Blokové schéma .....            | 44 |
| Obr.: 5.23 Další Moduly.....                             | 45 |
| Obr.: 5.24 Modul Hlavička.....                           | 45 |
| Obr.: 5.25 Panel ovládání simulace .....                 | 46 |
| Obr.: 5.26 Panel generátoru.....                         | 46 |
| Obr.: 5.27 Panel průměrných hodnot.....                  | 47 |
| Obr.: 5.28 Panel - Zátěžový profil.....                  | 48 |
| Obr.: 5.29 Panel - Celková energie .....                 | 49 |
| Obr.: 5.30 Panel - Registry tarifů .....                 | 50 |
| Obr.: 5.31 Panel - Tabulka přepnutí .....                | 51 |
| Obr.: 5.32 Panel - Výčtové tabulky .....                 | 52 |
| Obr.: 5.33 Modul Master Comand .....                     | 53 |
| Obr.: 5.34 Modul Master Comand – Blokové Schéma .....    | 53 |
| Obr.: 5.35 Panel - Vyčet tabulek .....                   | 54 |
| Obr.: 5.36 Panel - Graf průběhu zátěžového profilu ..... | 55 |

## SEZNAM TABULEK

|  |    |
|--|----|
| Tab. 3-1 Hloubky ukládání zázěžového profilu ..... | 12 |
| Tab. 4-1 Indikátory skupiny A [9].....             | 15 |
| Tab. 4-2 Indikátory skupiny B [10] .....           | 15 |
| Tab. 4-3 Indikátory skupiny C [11] .....           | 16 |
| Tab. 4-4 Indikátory skupiny C [12] .....           | 16 |
| Tab. 4-5 Indikátory skupiny D [13].....            | 17 |
| Tab. 4-6 Indikátory skupiny D [14].....            | 17 |
| Tab. 4-7 Indikátory skupiny F [15] .....           | 18 |

## OBSAH CD

Zdrojový kód modelu elektroměru

Zdrojový kód výčtové aplikace

Aplikace modelu elektroměru

Aplikace výčtové aplikace

Text práce